Science Council of Canada

The Impact of the Microelectronics Revolution on the Canadian Electronics Industry

Proceedings of a Workshop
sponsored by the
Science Council of Canada
Committee on Computers
and Communication

Proceedings 81/3

THE IMPACT OF THE MICROELECTRONICS REVOLUTION ON THE CANADIAN ELECTRONICS INDUSTRY

Proceedings of a Workshop
sponsored by the Science
Council of Canada
Committee on Computers and Communication

July 1981

Proceedings are published by the Science Council of Canada to share with a wider audience of interested readers the ideas and perspectives brough to Council conferences or seminars by experts presented and views expressed in these Proceedings are not necessarily endorsed by the Science Council.

Copies of

THE IMPACT OF THE MICROELECTRONICS REVOLUTION ON THE CANADIAN ELECTRONICS INDUSTRY
A Proceedings

are available
free of charge from:

The Publications Office
Science Council of Canada
100 Metcalfe Street
Ottawa, Ontario K1P 5M1

©Minister of Supply and Services, 1981
Catalogue No. SS24-14/1981E
ISBN 0-662-11597-X

TABLE OF CONTENTS

Foreword 5

I. Overview: Needs and Opportunities 7

The New Challenge From Foreign Governments 10
The New Challenge Facing the Canadian Government 11
Government Priorities 15
The Need to Promote Wide Areas of the Economy 17

II. Microelectronics: The Process of Solid-State Integration 21

Microelectronic Computer Technology 22

III. Issues and Strategies for Computer-Based Products and Systems 27

General Purpose Chips 27
The Utilization of General Purpose Chips 27
Should Canada Promote Canadian Chip Manufacturing? 28
The Question of Worldwide Chip Shortages 30
Chip Dependency and Canadian Sovereignty 30

Custom Chips 31
The Question of Custom Manufactured Chips 31
Custom Chips and Canadian Productivity 32
The Case of Canadian Robotics 34
Trends in Custom Chip Integration 36
The Promotion of Canadian Custom Chip Houses 37

Industrial Structure of the Canadian Electronics Industry 37
Vertical Integration and Integrated Product Development 37
The Lack of Vertical Integration in Canadian Electronics 38
Legal Barriers to Vertical Integration 40
Proprietary Secrecy as a Barrier to Vertical Integration 41
Vertical Integration in Canadian Telecommunications: A Special Case 43

Role of Government in Promoting Chip Manufacturing 45
Government Grants 45
Government Purchasing 47
Buying Consortia and Other Incentives 48
Direct Coordination of Corporate Activity 49

IV. Skills Shortages 53

Software Skills 53
Engineering Systems Applications 53
Information Systems Applications 58
Automated Software Development 63
Immigration Policy 64
Selective University Cutbacks and Funding 66

Management Education 68

Continuing Education 70
University-Industry Cooperative Programs 71
Upgrading Skills 72

V. Stimulating Growth 75

Status of the Software Industry 75
Software as a Manufacturing Activity 75
Software Statistics 76
Software Cooperation: The Publication of Opportunities Lists 77

Finance 78
Role of Financial Institutions 78
Special Electronics Fund 79
Grant Programs 81

Tariffs 87

Export Consortia 89

Robots Market 91

Canadian Government Purchasing 93
Proposal for a Buy-Canadian Law 94
Maximizing Canadian Value-Added: Negotiation vs. Regulation 97
Orienting Government Purchasing for Domestic Innovation 97
Public Sector Productivity 98
Government Warranties for Canadian Suppliers 99
The Multiplier Effect 99

VI. Conclusions 103

List of Participants 107

Science Council Committee on Computers and Communication 109

FOREWORD

The Science Council of Canada has established a project on Computers and Communication to evaluate the impact of the new information technologies on Canadian Society. The scope of the project is broad, and the intent is to study a variety of the new technologies. A number of other studies, oriented toward the transition to an information society, are also underway both in Canada and worldwide.

Information technology is in such a rapid state of evolution that the Science Council Committee on Computers and Communication decided to provide a forum for experts from various fields to evaluate its impact on our society. "The Impact of the Microelectronics Revolution on the Canadian Electronics Industry" is the second in a series of three workshops. These Proceedings represent an overview of the discussions. The issues, choices and challenges facing the Canadian electronics industry are presented to the reader in what we hope is a stimulating and constructive manner.

Within the next few months, the proceedings from a third workshop, "Issues in Computer-Aided Learning," will be made available. Our intention with this series of workshops is to present a state-of-the-art survey of various aspects of the "information revolution." The hope is that policy makers in government and industry as well as the general public can gain a better understanding of technological developments and their likely social, economic and political impacts.

The workshops represent but one of a number of activities and research projects that are underway. Three papers have been published and are available free of charge from the Science Council. (Communications and Computers: Information and Canadian Society, October 1978, A Scenario for the Implementation of Interactive Computer-Communications Systems in the Home, July 1979, and The Impact of the Microelectronics Revolution on Work and Working, July 1980.)

While the workshops and proceedings are sponsored by the Science Council of Canada and, in particular, the Committee on Computers and Communication, it should be noted that the views and ideas expressed are those of the participants and not necessarily those of the Committee or the Science Council. The intention has been to present what is know and what is in question, to chart areas for further research, and, above all, to add to the public dialogue on this most vital topic.

In my view these Proceedings have met these objectives - I hope you will agree. Your comments are welcome.

James M. Gilmour
Director of Research
Science Council of Canada

OVERVIEW: NEEDS AND OPPORTUNITIES

Microelectronics is one of the fastest developing new technologies and its impact is being felt by all sectors of Canadian society. Like all new technologies microelectronics has resulted in the creation of completely new areas of economic activity and has replaced obsolete technologies in other areas.

Computer technology is an area where microelectronics has perhaps had the greatest impact. As a result of reducing the costs of manufacturing computers, and improving their capabilities, computing power at a reasonable cost is available to small businesses as well as large, and computers have found their way into the homes of many Canadians.

The microelectronics involved in computer applications is also developing very rapidly and computer-based innovations are multiplying.

The impact of these developments in microelectronics technology on the Canadian electronics industry was the theme of a recent workshop sponsored by the Science Council. Workshop participants, drawn from industry, university and government, discussed the ways that Canada can take advantage of the opportunities afforded in both the

manufacture and application of microelectronics, the expected growth in computer hardware and software, the effects of international and internal competition, possible structural or organizational changes that could increase Canadian competitiveness in the international market, attitudes of financial institutions and government to the development of hardware and software, the labour supply situation for the industry, and the role of government in the promotion of the Canadian electronics industry.

Throughout the workshop, participants addressed the impact of these developments on the Canadian electronics industry, and the resulting growth and change. In the words of one workshop participant: "Even within Canada, the growth and the increasing number of companies operating in this industry over the last five years has been absolutely unbelievable."

Yet despite phenomenal growth, participants indicated that much more growth must take place quickly if Canada is to ensure a secure economic future. The development of the technology was seen as the development of a powerful new "natural resource." There was strong agreement on the urgent need for a large scale government program to promote the development of new forms of computer technology because, without such as program, Canada will become even more dependent on foreign technology than it is today.

With continued improvements in foreign development of microelectronic computer technology Canada's balance of trade in electronics goods worsens annually. For example, between 1966 and 1976 our trade deficit in this sector grew from over $300 million to over $1.2 billion. Only three years later the 1979 deficit increased again to some $2 billion. These trends indicate that the deficit in electronics will worsen dramatically as electronic innovations become an ever larger component of world trade. In fact, five year estimates predict that

the deficit in specific areas of electronics will more than double the current deficit for all areas of the electronics industry. Recently, Communications Minister Francis Fox indicated that by the middle of the decade Canada will be faced with a $4 to $5 billion annual trade deficit in office equipment alone. Even in the area of telecommunications equipment, where Canadian companies have contributed to the majority of our electronics industries' growth, the trade deficit continues to grow. In less than 10 years Canadian imports of electronics equipment has changed from a multi-million dollar issue, to a multi-billion dollar issue.

However, workshop participants emphasized that the promotion of the Canadian electronics industry is not only a question of balance of payments in electronics, or growth and employment in the electronics industry. At stake is the productivity and international competitiveness of wide sectors of Canadian industry. Microelectronic computer technology is being used to place very sophisticated controls and functions in a variety of products not traditionally considered part of the electronics industry. For many non-electronic sector manufacturers, the future is seen to be largely dependent on how quickly and how competitively they can computerize their products.

Furthermore, the productivity of nearly every company operating in Canada, and the productivity and effectiveness of our many private and public institutions is seen to depend on the extent to which they apply innovations in microelectronics. Worldwide there have been increasing developments in the use of microelectronics technology in robots, computer-aided design, electronic mail handling systems, electronic funds transfer systems, satellite systems for low-cost communications, improved traffic control systems, and a general and rapid trend in the use of computers in automating the storage, manipulation and retrieval of vast quantities of information. The exploitation of microelectronics technology offers productivity levels never before envisaged.

The New Challenge From Foreign Governments

The stakes are very high in the quest for increased productivity through the creation and use of microelectronic innovations. If Canada falls behind foreign countries in the development and application of microelectronics technology, Canadian companies will be affected through closures and layoffs, the economy will decline even more and our trade balance in all areas will worsen.

Because of the increasingly intense international competition in a race to manufacture and utilize new microelectronic systems, workshop participants were of the firm opinion that microelectronic computers had given the Canadian electronics industry a central role to play in maintaining the Canadian standard-of-living. The urgent need for the Canadian government to undertake a large scale program to encourage development in this area was succinctly expressed by one of the participants:

> "If Canada is to survive as an industrial nation in the 1980s, it is essential that the government become aware that we must become very strong, very quickly in microelectronics."

Participants contrasted the actions of the Canadian government with those of the governments of the majority of the major industrialized nations. A growing number of national governments around the world have recognized the need to become involved in the race to develop the capabilities of, and markets for, their electronics industries. Most countries outside of North America appear to be adopting a "corporate national policy" in this area. This was described as the "integrated approach," best exemplified by the Japanese. The Japanese government facilitates the coordination of research related to, investment in, and purchasing of the products of Japanese firms to maximize the growth potential of the new technologies and minimize Japanese

reliance on imports. The government acts like a corporation promoting its nation's industries to become more competitive, internationally. The Canadian electronics industry is experiencing competition not from individual Japanese firms, but rather from "Japan Incorporated." While other countries have been slower than Japan in providing "a total program" for their electronics industries, many European nations have made increasing national commitments in this area as they realize their future economic security is at stake.

The New Challenge Facing the Canadian Government

In contrast, the Canadian government has taken no action that would give Canadian industry a comparable competitive advantage. Many participants felt that there was no real understanding by the government of the importance of the microelectronics revolution to Canada's future or the nature and scope of the challenge facing the country. The programs approved thus far by Cabinet were described as "token gestures."

Workshop participants representing government however, agreed that there was an urgent need for much more government support and promotion of the Canadian microelectronics industry. One government representative discussed departmental initiatives concerned with the revolutionary developments in factory automation. As a result of consultations with representatives from industry, a joint departmental, industrial and university council has been established. The objectives of the council have been to increase awareness of the "new wave" of automation among decision-makers in industry and those in the upper levels of government:

> "When incorporating this technology into your methods of production it can simply be the things you do in the office. But today what is done in engineering groups in the forms of computer aided-design (CAD) is more important and perhaps even more so is what is done in the factory itself. Here we see a tremendous wave of technological change coming under the name of computer-aided manufacturing (CAM). In the area

> of CAM, we have robots that are becoming more and more flexible and capable of performing a wide variety of tasks. In the area of CAD, computer graphics are greatly speeding up the design stage. It would certainly appear that the use of computers in engineering design, and in manufacturing processes, is bringing on a new wave of production capability that will have a great impact on Canadian firms of all sizes.
>
> "Because of these developments, in mid-1978 we established, through Industry, Trade and Commerce, a group called the CAD/CAM Technology Advancement Council. The people on this council are made up primarily from industry but government and universities are also represented. The CAD/CAM Technology Advancement Council is taking part in seminars and producing publications as a general information awareness activity. The council will also prepare a report for the Department of Industry, Trade and Commerce to outline to the government the importance of the CAD/CAM issue and make recommendations for promoting the manufacture and use of CAD/CAM technology. This report will be available near the end of this year."

In November 1980, the report *Strategy for Survival* was published. The title indicates the nature of the challenge facing Canadian manufacturers in the adoption of CAD/CAM technology. The main recommendation of the report is the establishment of a government funded, cooperative centre to aid manufacturers in adopting CAD/CAM technology. The CAD/CAM diffusion centre would be established through a process of joint consultation among industry, universities and government. The major responsibility of such a centre would be to contract out CAD/CAM development projects which meet the common needs of Canadian manufacturers. There is a need for direct government intervention of this nature because of the very high initial costs encountered in developing CAD/CAM technology in a company. Without a cooperative diffusion centre to minimize duplication of effort, the council anticipated that many Canadian manufacturers would not be able to finance development of the technology required to use CAD/CAM.

Another major recommendation of the report is that the National Research Council should be given the responsibility for financing and directing a program to promote the research and develop-

ment required to reduce our dependency on imports of CAD/CAM technology. Many unique requirements of Canadian manufacturers would not be supplied by imports. The inevitable "technology gap" would result in many Canadian firms falling behind world competitors.

During the workshop one participant predicted that the Canadian government would not respond with an integrated "total program" that could compete with the integrated "political marketing" support the Japanese government provides its robotics industry. He said that Canada must implement a comparable political marketing plan if it wishes to survive world competition:

> "I think that the initiatives of Industry, Trade and Commerce and the National Research Council are very commendable. However, I believe that the government will fail to realize the kind of response that is necessary in this area. The government will likely acknowledge that there is an advantage to developing CAD/CAM by starting up some sort of research program. But this is not the way to do it. For example, in the Globe and Mail this morning there is an article entitled 'Demand For Japanese Robots Expected to Rise by 30 per cent This Year'. The article contains a graph showing a tenfold increase in the use of robotic devices in Japanese manufacturing between 1978 and 1985. But why are the Japanese so successful in this area? It is simply because they identified this obvious area of strategic economic importance and said: 'Let's go at it. Let's have a total program.' What they have done with robots is exactly what they have done in about five different industries over the last 20 years: they have taken a coordinated approach to it. If you are a company you would not just spend money on R & D without having a marketing plan. So the government must have a marketing plan and politically, the government must support the plan. And that is the type of international competition we are talking about. The Canadian government must understand that our electronics industry is competing with foreign governments."

During the workshop, there was substantial, though not unanimous, support for the recommendation that the Canadian government should adopt a political marketing plan for the coordination of both private and public sector efforts. It was argued that Canadian institu-

tions have a responsibility to develop more cooperative, less conflicting domestic strategies:

> "The thing that strikes me is that we are trying to come to grips here with the issue of microelectronics and its diffusion in the Canadian economy. But look at the unique and serious challenge posed by international competition. This kind of a challenge has to be responded to jointly by the government, and the private sector. What is the private sector ready to do? How will it see its role in developing strategies to solve the very important issues that are being raised by the information revolution? Foreign countries are collectively identifying opportunities and moving to take advantage of them. Maybe the time has come for all parties in our society to look at the new situation that has been created and when we talk of promoting a business environment, talk of an environment that is the product of coordinated efforts of both private and public efforts. As a country we have much to gain if we do, and a lot to lose if we don't."

Considerable reservation was expressed about the ability of Canadians to become involved in developing a national marketing strategy for their electronics sector:

> "One of the basic questions that looms in the background of these discussions is what kind of marketing system are we going to opt for. There is no question that the Japanese coordinated marketing system has been very successful. However, there is a large question whether the Canadian government and the Canadian business community could sustain a long-term commitment to such a system."

Other participants felt that the initiatives of foreign countries had left Canada no choice in the matter but to take some quick and significant steps towards a national marketing approach to provide Canadians with a business environment that would put the microelectronics industry on an equal basis with its competitors. If this is not done Canadian creativity and technological capability in the area of computer technology will be at a permanent disadvantage:

> "We are no longer simply competing in world economic markets. Today we must realize Canadian industry is competing in world

> political-economic markets. Canadian creativity and our technological capacity is just not getting a fair chance to develop. Our technological capacity is competing with the opportunities provided by the political-economic business environment of other countries. We must provide Canadians a business environment that allows us to exploit information technology on a more equal basis with our competitors."

The special electronics funds of the Department of Industry, Trade and Commerce's Enterprise Development Program, was used to illustrate the Canadian government's lack of awareness of the importance of microelectronics. The size of the fund and the speed with which it was put in operation were contrasted with foreign initiatives:

> "Industry, Trade and Commerce's special electronics fund is a good example of how the government has dragged its feet on a program which in global terms is very few dollars. Fifty million dollars, over three years, hardly qualifies as a drop in the bucket. The Japanese, the Germans, the British are backing their electronics industry with programs which range in hundred millions, or even billions of dollars. This is not a criticism of the people I am familiar with in the National Research Council and Industry, Trade and Commerce. They understand the problem quite well, and I understand the lengthy problems they have encountered in getting this minor program approved. It is becoming more and more apparent that we need to educate this country's upper-level decision-makers. This includes not only the politicians, but also the senior level bureaucrats in departments such as Treasury Board, the Department of Finance, Privy Council Office, and anyone else who is responsible for funding these programs. They have got to become aware of the billions of dollars we will lose by not taking action."

Government Priorities

Recently the government took strong measures to promote Canadian participation in some industries. Participants felt that promotion of the electronics industry would be far more important for Canada's economic future, than for example, the preferential tax treatment given to the oil and film industries, which were considered as indications that the government has yet to perceive the urgency of the situation:

> "The government's use of tax incentives indicates it does not realize what is important today. Sure drilling in the Beaufort Sea is important, but why is drilling for oil any more more important than computers and communications to our society? You could certainly ask why the movie industry is so much more important than computers and communications. Perhaps an even more important question is why do we have to wait for a national emergency in an industry before the government provides incentives for an industry to develop?"

The government's lack of strong support for the electronics industry was also described as being in conflict with the government's concern for the need to be less dependent on foreign energy. This conflict arises because by using microelectronics technology, vast amounts of energy can be saved. The technology itself uses very little energy, and it provides new ways to eliminate energy wastage. The fact that computer technology is energy conserving technology was noted as an often neglected aspect of the cost of government inaction. New electronic systems based on computer technology are being increasingly used in important energy saving applications. These systems are finding their way into industrial and commercial buildings, homes, industrial processes and machinery, and consumer products such as automobiles, and were regarded as a way to reduce the high cost of our dependence on depleting energy resources. It was argued at the conference that because the computer industry is a conserver industry, it gives the government the opportunity to greatly reduce energy wastage in the Canadian economy, while at the same time securing an increasingly vital industry.

Participants felt that the onus was on government decision-makers to offset the economic displacement impacts of this new wave of computer technology. Ten year forecasts appear to place a national strategy in the electronics sector on par with a national survival strategy:

> "The important point to get across to our 'masters' is the impact of the technology on our ability to operate an economy

> by 1990. We must get them to look at the stakes involved. What will be the impact of worldwide automation and growing electronics imports on our GNP and employment? They will be quite severe. Without a strong promotional program, the government risks losing control of our economy."

The Need to Promote Wide Areas of the Economy

Many participants felt that the most important aspect of an integrated government program concerned the need for a judicious distribution of government support, to stimulate the widest possible areas of the Canadian economy. It was argued that the government should discontinue its highly discretionary piecemeal approach of promoting "core companies" in the Canadian electronics industry. The government was accused of "cherry-picking" certain larger firms for large support programs, while ignoring a technological thrust which makes it imperative to promote as many areas of the economy as possible.

The technological thrust of microelectronics was seen to require comprehensive and broadly distributed approach to government support of industry for two main reasons. First, despite its very recent development, microelectronic computer technology has demonstrated an ability to permeate a nation's economy and positively affect productivity. Consequently, a program for surviving international competition must virtually equate promotion of the electronics industry with promotion of the entire economy. A second reason for avoiding the "core company" strategy is the inability to anticipate future developments accurately. As the technology improves, computers will have greater capabilities than current models, and applications will be developed with levels of sophistication and usefulness that are presently very difficult or even impossible to anticipate.

The rapid rate of innovation of computer technology and its ubiquitous nature were considered to have changed the nature of responsible economic policy. Speed and flexibility were considered essential to promoting the domestic adoption of the technology. One

participant argued that the nature of the technology essentially placed an onus on the government to invert its predominant approach to industrial strategy from "top-down" to "bottom-up:"

> "It is very clear that this technology will continue approaching us from all sides and at all levels. There is also a clear message in this trend about what kinds of industrial strategy and public policies the government should implement. Several years ago, the Science Council, Industry, Trade and Commerce and a few other government agencies were tossing around a variety of strategies which deal with the need for specialization. Generally, the government has followed this policy of singling out big firms which may be the big winner. The underlying philosophy is that since we are unable to do everything in a sector it is best to concentrate on one or two things. But it is obvious that microelectronics makes that argument irrelevent. Coming from everywhere so fast, you can really see how widely we must participate in microelectronics if we are to survive. The real irony of the matter is that, with an adequate push, we could easily become a world leader in many areas of computer technology.
>
> "There is really fantastic opportunity for growth. This is the result of the developments in the technology. If you look at the changes in computers since the early 1950s it is obvious that now is the best time to become involved. You see, I lived through the computer revolution since its development following the war. I remember knocking on a lot of doors, pointing out to people in Canada the tremendous opportunities in computers. I really did not get too much of a response, and, in my opinion, Canada has fallen far short of the opportunities presented in the 1950s. Now, I agree that using 20-20 hindsight, one could use the philosophy that we only did what we were capable of. I agree with this rationalization for our actions in the 1950s and 1960s because it turned out to be a very risky game. Just using computers was very capital intensive. Programming was very costly and very complex. Furthermore, computers in that period were very unreliable making things even more costly and complicated.
>
> "But, today, if you look at microelectronics, these alibis no longer hold. Microelectronics has tremendously improved computer technology and that is why computer applications are coming from every direction. Cheap computing power means that for many software or product applications, your basic requirements are creativity and a market for your innovation.

It is very important that we do not overlook this fact. To sum up then, I would just say that the opportunities are very varied and very much available. Proof of this fact is found in the many successes in Canadian electronics. However, this is no reason to delay. We must become a very very strong participant in this industry. The most important observation that a policy maker could make from all this is that there is absolutely no reason why Canada cannot be right in the forefront of microelectronics if the strong policies are implemented for wide areas of the economy."

II MICROELECTRONICS: THE PROCESS OF SOLID-STATE INTEGRATION

Before proceeding a brief outline of inherent characteristics of microelectronic technology is in order. These deal with the nature of microelectronics independent of computers. Their importance was emphasized by many of the participants as they provide the rationale for the introduction of microelectronics into computer technology and determine the revolutionary characteristics of modern computers.

As implied in its name, microelectronics deals with microscopic components and circuits. Since their initial development, electronic components have become smaller and smaller, and more powerful and reliable, while using less energy. This has been made possible through use of semiconductor materials which are the basis of microelectronics technology. They are ideal for use in electronic components because of their low cost and reliability.

Microelectronics emerged with the development of the techniques and tools of micro-miniaturization allowing microscopic components, connected with microscopic circuits to be incorporated within a single new solid-state component - the integrated circuit or silicon "chip."

The more micro-components that are integrated on to a single chip, the greater the capacity, or complexity of the resulting compo-

nent. Conference participants emphasized the "new" economics involved in this process. They described continuous trends in energy savings, declining costs per increasingly complex function, increased reliability and reduced cost of assembly. These trends continue as the number of components in any electronic system is reduced through further integration on chips. Cost and size reductions of 30 per cent per year are being achieved.

Microelectronics technology can replace mechanical and electromechanical technology. Participants noted the near extinction of the Swiss mechanical watch industry. Integrated circuits can be used to give time more accurately and economically than mechanical watches and this has resulted in foreign competition from manufacturers of electronic watches and the reduction of the Swiss mechanical watch industry to a fraction of its former size.

One other characteristic of microelectronics technology that should be mentioned is speed. Electrons can be controlled much faster by using micro-components within a chip than by using discrete components. The greater the number of components integrated, and the shorter the distance the electrons have to travel, then the faster electrons can be processed. Participants indicated that in many important future applications the speed with which computers process electronic information will be an increasingly important capability.

Microelectronic Computer Technology

A computer can be simply described as a calculator with a memory. Aside from the components required to receive and transmit information, its main components are its memory and its processor to control the arithmetic unit, plus the circuitry. Microelectronic computer technol-

ogy emerged as the memory and logic components began to be packaged within integrated circuits.

Computers were used extensively for automating business information systems long before the advent of silicon chips. However, a wide variety of applications remained for which a computer would have been desirable but was impractical. Many monitoring or control applications required nearly instantaneous or "real time" information processing.

This problem was overcome when engineers designed the early minicomputer - a "dedicated processor" designed for a specific application. The minicomputer was cheaper, smaller, used less energy and was more reliable than the large computers or mainframe. It could be rolled into an office or factory and, in many cases, could be supplied with energy from a regular electrical circuit.

The next major development in microelectronic computer technology was the microprocessor, which is simply a central processing unit (cpu) on a silicon chip. The microprocessor connected with memory and input/output chips form the basic elements of a computer. Again, this level of integration has been improved as the techniques of microminiaturization have allowed the memory and input/output chips to be placed on a single integrated circuit. This device is referred to as the microcomputer or "system on a chip." These tiny microprocessors and microcomputers can be incorporated into a wide variety of devices to automate or optimize some aspect of their functioning. Because they are so powerful and fast, microcomputing devices have been used to increase the capabilities of a wide range of devices. Workshop participants felt that this trend would continue unabated:

> "When talking about the future, I generally agree with everybody here. The impact of microcomputing will be all embracing. On one hand it will transform every appliance or machine that you can think of. On the other hand innumerable

> products that do not exist in any form today will become available. I think most of us will look back, five or ten years from now and count innumerable applications we could not presently dream of."

When discussing microelectronic computer technology, it is also essential to bear in mind that not only machines and appliances but the computers themselves are being transformed. This process was evident with the development of the minicomputer which led to decentralization of office computing, or distributed data processing.

The application of microcomputing has also changed conventional computer systems. One participant described how "intelligence" is distributed throughout computer systems through the use of these tiny data processors:

> "The microcomputer permeates the product line of the computer equipment manufacturer today. This extends from their smallest computers, right up to the very large time-sharing systems. For example look at the impact of the microcomputer on peripherals and terminals. Printers are incorporating microprocessors to improve their performance. Terminals, well, perhaps they are not even terminals anymore. A terminal is simply a terminal when it does not have any built-in 'intelligence.' Terminals today use microcomputing to achieve graphic capabililties and the ability to do data processing independently of the central computer. It is almost impossible to buy what is now referred to as a 'dumb terminal' anymore."

Developments like these have changed the very methods of computing and greatly increased the number of applications for which computer information systems are contemplated. The development of inexpensive graphics terminals has facilitated the use of graphics in business information systems as well as in engineering design.

Another trend noted was the blurring of the distinction between a computer terminal and a computer as more capabilities are incorporated in the terminals. These developments are exemplified in

the stand-alone microcomputers found in the small business and the consumer markets. This area was described as one that will experience considerable growth and innovation, not only from established entrepreneurs, but also from informal entrepreneurs and hobbyists developing marketable innovations. An analogy was made by a participant to the early days of "ham radio" in the 1930s and 1940s and current developments in microcomputer communications.

Data-communications devices are also changing. Modems, which are used to link computers through the public telephone system, now incorporate microprocessors. Small, but very powerful, switching machines incorporating microprocessors are available to companies wishing to set up private computer-communications networks. Satellites are another example of data-communications devices whose functioning was greatly improved through the application of microcomputers. In turn satellites will continue to rapidly facilitate the development of computer-communications networks.

Throughout the workshop, participants discussed issues in three broad areas of microelectronic computer technology; the use of the technology to manufacture computerized products and systems, the use of the technology to develop computer-communications networks and the question of software development for office automation. The issues related to these three areas were discussed in the context of the Canadian political-economic environment. A wide variety of opportunities were identified for improving the context within which our electronics sector must function.

III ISSUES AND STRATEGIES FOR COMPUTER-BASED PRODUCTS AND SYSTEMS

General Purpose Chips

The Utilization of General Purpose Chips

The mass production of low cost computers, and computer components in chip form, has opened up a variety of potential applications that could offer opportunities for economic growth in Canada. Electronic systems can now be assembled simply and quickly by using highly integrated, off-the-shelf chips, and this has enabled many more companies to enter the computer applications industry.

At the same time, however, these general purpose chips are creating an imperative to undertake research and development to stay abreast of the new competition:

> "What we used to make a very nice business from just a few years ago is now available on a chip. Competition like that has to be approached in a positive way. As more and more capability is integrated onto chips we find ourselves taking on more and more complex applications. Of course, this requires that we prepare for the costs related to developing more complex applications."

Participants felt that obtaining funding from traditional lending institutions for the development costs of a new application is

very difficult. The projects are risky and the banks were seen as averse to supporting entrepreneurs in this area. However, a shortage of risk capital is not the only problem. The ability of Canadian entrepreneurs to develop innovations from general purpose chips is being held up by a shortage of programmers. The development of software for a particular application requires people skilled in blending systems, hardware and software, and Canadian universities do produce enough qualified people to meet the demand.

These areas were identified by participants as worthy of government support. If the proper flow of funds and talent could be secured, then Canada could make considerable progress in developing computer-based products and systems. But many people felt that simply promoting the supply of labor and risk capital was insufficient. The promotion of chip manufacturing capabilities in Canada was identified by some participants as vital to Canada's economic future.

Should Canada Promote Canadian Chip Manufacturing?

There was considerable disagreement on whether the government should promote Canadian chip manufacturing because of differing views on where most of the future economic growth should be; in the manufacture of chips, or the development of products and systems using chips. Participants who saw applications to be the major growth area pointed out that the chips themselves rarely accounted for more than 10 per cent of the cost of a computerized product:

> "When you look at a device that has been improved with microcomputing capabilities, there is invariably a great deal of hardware that is not computer hardware. However, because it is a computerized gadget, the hardware involved has had to be completely modified. When you break down the cost of that gadget, one will find about 90 per cent of the value-added is in the costs associated with developing the innovative application. This of course includes the costs of programming the software to suit the gadgets new functions. With only 10 per

> cent of the value-added coming from the little computer, I cannot really see the need to put government dollars behind chip manufacturing. There just is not enough growth potential in it."

Those who felt the promotion of chip manufacturing in Canada was the wrong course of action also pointed out that the costs of acquiring state of the art capability in this area is constantly rising, and consequently the cost of government assisted projects would be very high. In fact, many firms presently manufacturing chips were experiencing major difficulties in financing their research and development costs. As the competition in this rapidly innovating industry is very intense, it was argued that the government's attempts at promoting it would have a high probability of failure.

The telecommunications equipment sector was used as an example of the ability of Canadian firms to manufacture chips. The only Canadian producers of integrated circuits are located in this sector. One participant described how a small company involved in developing applications for the telecommunications sector experienced phenomenal growth following the acquisition of chip manufacturing capability:

> "We hear a lot about how you cannot manufacture silicon chips in Canada. But, before we get too discouraged, I think Mitel's case should be borne in mind. In 1976 Mitel took over Soltec, a venture largely managed by the Québec Government and one of two bankrupt microelectronics companies. This happened shortly after the demise of Microsystems, a federally sponsored firm. Manufacturing integrated circuits had a very bad reputation in Canada at that time. Mitel which then only had sales of $1.5 million, nevertheless took the plunge and purchased the plant for $1 million dollars. Mitel's performance since that acquisition is positive proof that the manufacture of integrated circuits in Canada is profitable. In total sales, the company is looking at 100 million dollars, of which, 20 million will be from integrated circuits made in Bromont, Quebec. Moreover, manufacturing those chips will be one of the highest profit margin areas of the company."

The Question of Worldwide Chip Shortages

Concern was expressed that the growing magnitude of shortages in world supplies of microprocessors, microcomputers, memories and other kinds of chips are placing the Canadian economy in an increasingly precarious position. Canada needs to have greater self-sufficiency in chip supplies and not rely on foreign resources. One participant likened our dependency on foreign oil supplies to our dependency on foreign chips. He argued that government programs should ensure that the chips that are required for Canadian needs are supplied by Canadian manufacturers:

> "If you look at the Canadian economy as a whole, we are highly dependent on electronic systems to run nearly all our industries, but especially our most important industries. Ten years ago, when most of our controls were elctromechanical this was really not an issue. The transition from mechanical to electromechanical controls occurred a long time ago, and things were really changing quite slowly from electromechanical to electronic. But things are changing very fast these days because of chip developments. Many of our most important electronic control systems are rapidly becoming based on a rapidly changing foreign technology. We really must supply our own needs in this vital area. We must ensure that we can keep the country rolling. Everyone knows what happens with the embargo on oil shipments. Just imagine what would happen with an embargo on chips. This is not such a far-off analogy considering the persistent chip shortages which are expected to grow larger. Even world giants in chip manufacturing are running out of chips these days."

Chip Dependency and Canadian Sovereignty

One participant saw Canada's chip dependency as an issue that was more fundamental to Canada's future than simply access to an increasingly important and increasingly scarce resource. The issue of Canadian custom chip manufacturing capability related to the most essential component of national sovereignty - domestic control of the Canadian economy. If our future standard-of-living is dependent on a technology whose basic "building block" is largely foreign controlled, we risk becoming a third world nation:

"I feel compelled to disagree with those who do not see the need to develop strong domestic chip manufacturers as something of primary importance. Our corporation sees the development of this capability in Canada as a matter of corporate survival. But it is more than just that. It is a question of national survival. We really are not in control anymore because nearly everything we do is possible because someone else is allowing us to do it. Our dependence on foreign circumstances leaves us just slightly better off than a third world nation.

"Just look at the way we do things today. Everything we do, whether it is the production of food, the production of goods, the movement of these things, and of course, the production and movement of information, is nearly entirely dependent on foreign components. For the security of the whole country, we must manufacture our own chips. I guess we really did not learn the lessons from our past experiences in relying entirely on minicomputer imports. A well known example deals with a large air traffic control system that was developed here in Canada. Many millions of dollars were spent on that. But as we all know, the hardware end of microelectronics has been changing very fast. Soon the imported minicomputer system experienced a change in design and elements of the system were not produced anymore. Of course this makes it impossible to sell the system.

"We were trying to export that system, but now, if we want to do that we will have to reinvest the dollars to redevelop the application for the new line of minicomputers. So unless we are linked in at the hardware stage, I do not think we have our priorities straight."

Custom Chips

The Question of Custom Manufactured Chips

Disagreement among participants on the issue of promoting Canadian chip manufacturing capabilities was largely a matter of definition. When the distinction between off-the-self chips and custom chips was clarified, most participants agreed that there was an urgent need for the development of a Canadian custom-chip manufacturing capability.

In contrast with the general purpose, off-the-shelf chips, custom chips are specifically designed in the manufacturing process to

meet the unique requirements of a particular user's application. Custom chips were described as proprietary devices because the chip's logic design is dedicated to individual proprietary requirements. Because the circuit design stage of the manufacturing process is directly linked to the user's application, the logic manufactured into the chip generally eliminates the need for programmers to develop software for the application.

While the elimination of the need for the extremely scarce skills of programmers made custom chips attractive, participants emphasized that costs of development are extremely high because of the time required to design and test these chips. Furthermore, the applications for which custom chips were being manufactured were becoming more and more sophisticated and consequently required the incorporation of more and more logic into the hardware design. Today the design and proper testing of the latest custom chips can take up to 120 person-years. New products incorporating custom microelectronics use chips which constitute a very large portion of the value-added to that product. Most participants agreed that the ability of Canadian firms to acquire custom chips would be a key determinant of Canada's future economic performance.

Custom Chips and Canadian Productivity

The importance of directly integrating the chip design stage with a users application was outlined by several participants:

> "We had found what we feel are critical applications for custom-made microelectronics in our telecommunications switching equipment. The ability to have a very complex circuit tailored exactly for our systems requirements has enabled us to develop technologically superior products. By tying together custom chips, we are able to work out systems architectures, that would be physically impossible without custom design. The fundamental constraint on the ability to manufacture these systems relates to the question of reliability. Measuring the reliability of a system comes down to adding up the number of components that have to be put in a

> series. If you can bring that number down, you can build a more reliable system. The consequent reduction in the number of components in the system is what allows us to build this essential reliability into the machines in which they are used.
>
> "Looking to the future, the successful companies in this business for many applications, will have to have the ability to make these proprietary chips, or they will have to have these proprietary chips manufactured for them. So you do not necessarily have to acquire this capacity in-house. However, you must have technological capability to develop the rest of the application and you must achieve the volumes required to justify the cost of not using an off-the-shelf device. I think this is the direction many different industries will have to go."

One participant noted that the ability to integrate the chip design stage with the user's unique system requirements was greatly facilitated in the Canadian communications industry by the industry's corporate structure. Vertical integration in telecommunications manufacturing finds the manufacturer of chips and the user of these chips part of the same company:

> "If you look at the organizations in this country that have had the most rapid growth and perhaps the greatest growth in terms of volume of product, it is those organizations which are having circuits manufactured for their particular needs. Custom design is probably a major reason for the growth seen in our telecommunication equipment field. The major organizations in that part of our electronics industry are at a real advantage in this regard. They are vertically integrated with chip manufacturers, that is, they are part of the same company. Dedicating the hardware of microelectronics to your particular needs is very easy in this context. These firms are able to achieve a great volume of manufacturing, with more reliable products."

Notwithstanding the success of Canadian telecommunications equipment manufacturers, participants discussed a failure of private markets in Canada to supply custom chips in the area of major capital goods:

> "A user can incorporate microelectronics into products in two ways and it is essential to distinguish between them. One is to use the microelectronics in the product. The other is to use the microelectronics within the firm or, you might say, in the plant. And that is quite different because you are generally dealing with low volume users in the case of applications within the firm and high volume users in the case of products. Low volume users generally cannot interest any manufacturer to design their chips to their particular needs. Consequently, applications in these cases are much different and unfortunately, more difficult.
>
> "It is particularly unfortunate because of the tremendous breadth of unique applications which really permeates across all the sectors of industry and all the sectors of the economy."

The Case of Canadian Robotics

The industrial robot was considered to be a development in computer aided manufacturing (CAM) that would dwarf the changes in production and productivity that resulted from the machine tool.

Because of its small size the microcomputer can be placed in any axis of a manipulator to enable it to perform movements that duplicate those of the human arm. These manipulators and their microcomputers are usually connected via a communications link to a minicomputer to facilitate reprogramming and remote control. These robots equipped with computer-based visual inspection systems and lasers, offer unprecedented opportunities for increasing productivity in factories, or to exploit resources in outer-space or deep beneath the ocean. Canada's electronics industry is developing potentially exportable expertise and capability in the area of robotics.

The Canadian government made a commitment to provide manipulator arms for the United States space shuttle. The first arm was a gift from the Canadian government and a Canadian company has contracts for three more. It is anticipated that robot arms like those for the space shuttle would have considerable use in nuclear operations and

undersea operations. The prime contractor for the manipulators explained the need for placing more capabilities into the chips:

> "The need for microelectronics in remote manipulators stems from the increasing complexity of manipulators. There is really a sort of wall that we are already up against in terms of being able to develop further without distributed processing along the various functions of a complex mechanism. For instance, when the manipulator arm that we are building for the space shuttle is operating, it takes up 20 per cent of the total computer capacity of the orbiter and is the largest single user of that capacity, yet all it does is literally the same functions as the human arm with the same joints. Distributed processing is an urgent requirement there."

Despite the demand for chips with greater capacities, the prime contractor had difficulty finding companies to supply it with the custom design chips required:

> "We are a very small user of microelectronics in terms of volume but find microelectronics is a very high dollar volume of the resulting product. In other words, the microelectronics are a small but absolute key part of everything that we are expanding in today. The volumes generally are too small to interest the US manufacturer in a short round of custom electronics, whether it is the central chip or the assembly of that chip into the particular configurational architectures that we need. We are very concerned about the lack of that facility in Canada. While we have talked to Northern Telecom at times, and to BNR in particular, about doing this type of work for us, we have never actually reached the point of putting anything on their plate. They really have their plate quite full with their larger volume systems projects in telecommunications. And if they are the only people available perhaps we are as nervous about the relative scale of their production and our requirements as we would be with the US companies.
>
> "I think in terms of the people who are strictly suppliers of major capital goods for the economy, which I suppose is the category we are in. Where to get specialized hardware without going outside the country is becoming an increasing problem. The scarcity of the chips we are looking for makes this foreign dependency a very risky situation for us. Our requirements for high reliability, radiation hardened, space qualified custom components requires our buying from our

> competition in the US. This problem applies to many of our military applications as well. We do not feel very secure relying on a supply of chips from foreign companies when we need those very chips to build into Canadian equipment in order to to compete with their systems competence. It is not a nationalistic thing; it is just survival."

Trends in Custom Chip Integration

One participant noted that products and systems manufactured from custom chips will become more numerous and sophisticated because the integration of previously separate CAD and CAM technologies in chip manufacturing is increasing the amount of logic can be designed onto a custom chip. These developments in automating chip manufacture reinforced arguments for Canada's increased participation in custom chip development:

> "I see the developments of the industry tying together very large architectures of computer intelligence on integrated circuits. I think what we are going to see is increasingly higher degrees of integration on silicon. You are going to design these using computer terminals that will be the intermediate steps of designing the circuit paths. Doing the prototyping and so on will all take place within the computer and the designer will work from the terminal to a finished product on the output. What this means is that there is going to be fewer and fewer people actually drawing things or soldering things together. However, it also means that the software component of chip manufacturing will become increasingly important. This is not in reference to programming instructions for general purpose chips. This software refers to custom manufacturing. Canada has had considerable success in applications where these techniques have been used. It is also going to become increasingly important.
>
> "If any developments are going to take place in this country we will need to continue to work in this area. What we are going to need is a lot of very skilled people custom designing microprocessors and other integrated circuits to produce applications oriented chips. The emphasis is increasingly on solving problems with hardware to meet individual requirements, rather than programming general purpose hardware. This is simply the custom approach to systems electronics which is basically problem solving."

The Promotion of Canadian Custom Chip Houses

While many participants opposed proposals that the Canadian government should support the establishment of Canadian manufacturing capacity in the volume application of general purpose chips, most participants voiced strong support for government support of custom chip facilities because of the unique characteristics of Canada's economic base. It was felt that having this capability only in telecommunications equipment manufacturing was insufficient and that a variety of specialty houses would be required if Canada is to expand into important new sectors such as robotics, or ensure Canadian entrepreneurs an adequate supply of custom chips. The speed with which highly integrated custom chips were being designed for more sophisticated applications was seen to add to the urgency of such support.

Industrial Structure of the Canadian Electronics Industry

Vertical Integration and Integrated Product Development

Workshop participants also discussed less direct methods of government intervention in the promotion of Canadian chip manufacturing capabilities. There was general agreement that the promotion of a vertically integrated industrial structure would be useful, as a characteristic of many successful firms is involvement in both chip manufacturing and the development of chip-based innovations.

Horizontal integration in this area deals with relationships between firms in the same industry who are using chips, whereas vertical integration deals with relationships between firms who are using chips (buyers) and firms who are manufacturing these chips (sellers).

Vertical integration between chip makers and chip users can take two distinct forms: a formal vertical integration structure where chip makers and chip buyers are part of the same company or linked through common ownership, with no rigid boundaries between buyers and sellers, and informal vertical integration where relationships between

chip buyers and sellers are through joint ventures, consortia, or contracts. In both formal and informal vertically integrated relationships, participants emphasized that the objective should be to have Canadian buyers or users sourcing their microelectronic components from Canadian based developers of integrated circuits. It was pointed out, however, that formal integration through corporate ownership had so far proved the more successful of the two forms of vertical integration:

> "The Canadian Advanced Technology Association has looked into this question of manufacturing integrated circuits in Canada. One of the most important criteria they have identified is the need for a buyer. In order to justify taking the risk of becoming a chip manufacturer, or before a chip manufacturer can justify designing and manufacturing a product, he must be sure that there are buyers. In this respect, it is very interesting to note that Canada's few integrated circuit manufacturers are in (formal) vertically integrated relationships. It would appear that it is necessary to stimulate, or in fact create these vertically integrated relationships.
>
> "There is no doubt that market forces are also pushing firms to integrate downward. That is, if they are into chip applications, and are successful, they may be driven at some point to acquire a chip manufacturing plant. If you look at our telecommunications equipment manufacturers it is clear that this is a very successful approach. With common ownership of the chip manufacturing and chip application facilities, they can jointly define a product requirement and then jointly fund and develop the product. This model exists for firms in our telecommunications sector and has worked extremely well. With this market structure the risks in developing applications are lowered by the coordinated nature of the effort. Without this model I do not think they could have approached the success they have had in export markets."

The Lack of Vertical Integration in Canadian Electronics

Participants noted that despite the market forces that were pushing firms to vertically integrate very few firms were doing so in Canada. There were however some notable exceptions in the area of informal integration:

> "The cable television industry has only recently realized

> that they do not make any significant investment in research and development of hardware. They have recognized this need by funding and creating the Cable Telecommunications Research Institute. And I had the great pleasure a few days ago to attend a meeting on behalf of the Canadian Advanced Technology Association at the Institute. There we discussed the proposal of doing an integrated research study into the developing cable television industry. We discussed what hardware might be needed to meet the requirements of the cable television industry in the future and how the consumer of that hardware, and the producer of that hardware, can get together to manufacture the product in Canada and from there sell to both the Canadian market and the international market. I was very pleased to hear that CNCP is also moving in this direction. They have approached a Canadian company and simply offered them the money to develop a product for their needs. Presumably, it is a 'no strings attached' type of development. The only conditions that are applied in these types of projects relate to keeping proprietary information secret. However, for the most part, other Canadian consumers of electronics gear buy off-the-shelf products which are often imported. They are not prepared to pay the cost required to fund a supplier in a research and development project. This is not beneficial to Canada and if things change technologically in their area, it will not be a good situation for those off-the-shelf consumers either."

The fact that lack of domestic vertical integration was contributing to low levels of Canadian expenditure on research and development was an argument for government action to encourage this corporate behaviour:

> "I think we are all quite familiar with the statistics spelling out our poor national effort in research and development. In total this country spends less than $1 billion, which represents less than one per cent of Canadian GNP. This leaves us as the lowest western economy in terms of expenditures. But if we want to begin to match other national competitors, we would have to spend at least $2 billion more than at present. Considering the current spending restraint by government, strategies aimed at promoting industrial expenditure in this area are needed, and promoting vertical integration is certainly one of them."

Participants discussed the promotion of vertical integration

in the context of promoting Canadian chip manufacturing through integrated product developments between buyers and makers of chips. However, from the discussion, it was apparent that the reasons for the lack of vertical integration was in fact related to many of the traditional problems which Canadian manufacturing currently faces: small domestic markets, low levels of research and development, a high degree of foreign ownership, etc.

Legal Barriers to Vertical Integration

Some participants suggested that there were legal barriers to vertically integrated relationships. There are some "inhibitors" in the anti-trust or combines legislation which should be cleared to promote the needed investment in Canadian R&D. For example, it was argued that legal impediments were preventing coordinated efforts at simultaneously optimizing the technologies involved in modems, transmission and word processors. If the companies manufacturing these components could be brought together on major projects, the technology of word processor communications could be greatly improved.

Other participants did not see anti-combines legislation as an impediment to vertical integration, with the exception of vertical integration within regulated monopolies:

> "When vertical integration occurs between a regulated monopoly such as Bell Canada and an equipment supplier such as Northern Telecom, you are dealing with an extremely special case of vertical integration which is clearly something that competition policy would be concerned with. However, when looking at legal impediments in this area, I think it is very significant that in the United States they are moving to allow more vertical integration in the telecommunications research and development area.
>
> "As far as the Combines Investigation Act goes, there has really been very little activity in the area of vertical integration. In the event that firms find that they are in an area where a proposed joint venture might raise questions, there is a proviso available for them to come in and clear it

> under the Act. In the seven years that I was involved with the administration of the Act, I was always very surprised at how few such propositions came up. To me it would seem that to explain of our lack research and development or vertical integration we should consider areas other than the Combines Investigation Act."

Proprietary Secrecy as a Barrier to Vertical Integration

A very significant factor affecting corporate behaviour in the highly innovative electronics industry is the question of the knowledge generated by corporate research and development. Participants felt that much of the reluctance of individual firms to engage in joint product developments is a reflection of the desire of both Canadian and foreign-owned companies to retain this proprietary information.

In the case of foreign-owned companies, the value of proprietary information is an incentive for multinationals to locate the R&D end of a vertically integrated relationship outside Canada. This process of "trans-border vertical integration" was cited as another inhibitor to the development of domestic vertical integration:

> "Most corporations are reluctant to engage in such large joint ventures in proprietary chips, or in almost any product development, because the knowledge generated is hard to control. In this respect, there may be some problems because of the foreign ownership in Canadian industries. A multinational, like any other corporation wishes to keep proprietary information secret. But multinationals have the ability to internally integrate across the border, or on an international basis. Of course, there are other reasons for the lack of vertical integration in Canada but this is certainly a factor."

Trans-border vertical integration can take two forms. Foreign-owned Canadian subsidiaries can either export computer components for incorporation into the multinational's products that are being manufactured worldwide, or they can import the parent company's microelectronic components to be used in products manufactured in

Canada. Trans-border vertical integration was described as a process where the multinational rationalizes its activities in international markets by establishing manufacturing facilities in different countries.

However, while some participants pointed to the lack of opportunities for domestic research and development because of foreign ownership, other participants pointed to the economic growth afforded host countries such as Canada. This was seen to be a characteristic unique to high growth, high technology industries. As a result of microelectronics, the electronics industry is now one of the most interdependent industries in the world. The blending of expertise in developing a product often requires the informal vertical integration of many sub-system buyers and sellers, and a variety of other "satellite" enterprises from consultants to other small component manufacturers:

> "It is important that we do not lose sight of the fact that many positive things have happened in Canada as a result of the rationalization of manufacturing by multinationals in electronics. As a new and rapidly growing industry, the electronics industry by definition has to be cooperative, maybe not in the sense of, for example, giving out of proprietary plans well in advance - but at least a lot of small companies have been able to enter this industry and become successful because there is a growing industry. For example, there are many successful consulting firms because certain of the big companies who started the industry have provided the market opportunity.
>
> "Furthermore, the number of satellitetype of manufacturers that now exist in this industry is a phenomena for which there is no model in any other industry. If you are a manufacturer in this industry, you will become very very dependent on outside suppliers. You do not attempt to - and it would be folly to do so - rely strictly and solely on your own capability, or your own plant. Multinationals in Canada have a great many small to medium sized Canadian companies that are a vital part of the supply of our manufacturing operations. And that has involved our working in close cooperation with them; it has involved the transfer of

> technology; it has even involved some management assistance where need be. Those companies, I think, have benefited from this fact."

Other participants noted that some multinationals were better Canadian corporate citizens than others. Some have given their Canadian subsidiaries world product mandates, with the necessary R&D for these products being conducted in Canada. Participants saw great benefits for the Canadian economy if other world product mandates are given to Canadian subsidiaries.

Multinationals that develop specific product applications for another country find a means of reconciling the conflict between retaining centralized R&D and the desires of the countries where the subsidiaries are located to have R&D performed within their boundaries. One participant from a foreign-owned subsidiary described his company's activities in developing in Canada, for the Canadian market, chip applications in remote data acquisition devices. As a result of a world product mandate from its US-based corporate headquarters, this Canadian subsidiary was able to vertically integrate in a manner that allowed research and development as well as manufacturing to be rationalized within the context of North America:

> "One of the things we do here in Canada which really constitutes our own Canadian product line is our development and manufacture of a line of computerized data acquisition equipment. We use off the shelf microcomputers generally. We tend to buy microcomputers in either chip or board form and build them into these remote data acquisition devices. The market for these devices tends to be in pipeline control, microwave monitoring, smelting and refining and that kind of thing."

Vertical Integration in Canadian Telecommunications: A Special Case

Participants considered Bell Canada's majority ownership of Northern Telecom Ltd., the dominant manufacturer in the Canadian electronics industry, as a primary determinant of Canadian chip manufacturing to

date. This vertically integrated relationship has many of the key elements required for successful chip manufacturing. By providing an assured initial market for joint product development efforts, undertaken at the jointly owned Bell-Northern Research facilities, Bell Canada provides Northern Telecom the opportunity to continue its role as a world leader in computerized telecommunications equipment and Northern Telecom's markets and operations have become international. As a multinational competitor, Northern has contributed to Canadian employment and the GNP. Furthermore, participants noted how the products of Northern Telecom have been instrumental in providing Canadians with what is recognized as one of the highest quality telephone systems in the world.

Yet, despite the strong support expressed for vertical integration generally, and the benefits to the Canadian economy that have resulted from Northern's vertical integration with Bell, participants recognized that vertical integration could also have negative impacts.

Direct government intervention is justified in telephone communications services on grounds of economic efficiency. The federal government allows Bell Canada a monopoly in telecommunications to facilitate a universal and efficient phone service. However, because Bell Canada owns a majority share of Northern Telecom, the company was described as reluctant to work with other Canadian firms in sourcing their diverse equipment requirements. Lack of opportunities for Canadian-owned firms was seen as the major shortcoming of the vertically integrated structure of ownership.

It must be emphasized that none of the participants expressed opposition to the vertically integrated relationship. Criticisms of the Bell Northern relationship were considered in the context of international competition for the Canadian equipment market:

"Vertical integration is an industry structure which should

be promoted by government incentives. There are shortcomings to this industry structure in some cases. We all know of the shortcomings of the Bell - Northern Telecom scenario, and of course the pros and cons of the relationship have been the subject of intensive investigation by the Restrictive Trade Practices Commission. One of the main arguments in favor of the relationship is how Northern Telecom's role as a dominant manufacturer is essential for Canadian participation in this industry. The fact that Northern is the principal and favorite supplier to Bell Canada and other Canadian telephone companies has basically provided a barrier for foreign competitors trying to come in and take a larger percentage of the market than they already have. This is very well recognized. It is the main argument that Bell Northern people make when they justify Northern's very large share of the Canadian market in telecommunications equipment. Of course, this is not to say that the whole integrated relationship could not be improved. Bell Canada could provide more opportunities for Canadian enterprises in this field.

"The US Bell system tends to buy 100 per cent from Western Electric because they like the products that Western has specifically designed and made for them; naturally. But the rest of the market is quite open and the Bell system market in the USA is becoming more and more open under certain proddings of government agencies there. In Canada the market is quite open and, again you have Bell Canada preferring to buy from Northern Telecom because they have designed the products jointly with Northern Telecom and they are products that fit their needs very very exactly. But I think Bell Canada also has to loosen up a bit. They do buy quite a few products from non-Northern sources, but I think they could loosen up somewhat more with regard to some innovative Canadian firms."

Role of Government in Promoting Chip Manufacturing

Government Grants

Many foreign governments are promoting their electronics industries through direct support of chip manufacturing firms, thus giving their electronics industries the advantage of having chip manufacturing capabilities within their own borders. Many participants felt that the Canadian government should do likewise. However, not all participants felt that a grant program would be the right strategy because of the

high degree of subsidization needed and the riskiness of ventures of this type:

> "I want to call your attention to a major report in the 3 December 1979 issue of Business Week magazine, entitled "Can Semiconductors Survive Big Business?" It is relevant to government strategies in this area for three reasons. First, it describes the major restructuring of the chip manufacturing industry that has been taking place in the United States and elsewhere. Second, it talks about the serious difficulties some of the major firms in this area have been experiencing. Third, and perhaps most significantly, it talks about the impact that the Japanese are having on this industry, and the major national commitment the Japanese government has made to it. I emphasize these reports because when evolving a Canadian national policy in this area I think we must pay attention to the experiences of both firms in the industry and foreign national policies."

Many participants disagreed with this view. They believed that direct government intervention in the form of grants was required if Canada can realistically hope to acquire chip manufacturing capability. One participant felt that national policies on chip manufacturing must be tied in with a major research and development commitment that would have to accept the need for long-term subsidization of an enterprise.

> "What I think the government must start doing when considering a potential subsidization is an analysis of what the costs of not taking action will be. This area is too important to simply say: 'Is this or is this not going to make a profit in a certain period of time?' One only needs to ask: 'Is it better to put $100 million into an operation that will not show a profit for ten years, or is it better to end up needing to put that $100 million into the unemployment insurance fund?' I know what the right decision is, but at this point, I do not have any faith in the government making what I consider the right decision."

Government Purchasing

One participant expressed the view that chip manaufacturers whose markets are secured through vertically integrated relationships with

chip users can benefit from the leverage government purchasing can offer in the promotion of Canadian chip manufacturing. As the purchases by government would involve chip-based equipment, the markets for both the chips and the chip-based equipment could be effectively established. He suggested that a process be established whereby the firms who receive government contracts be selected on the basis of their potential for the future development of the entire microelectronics industry. He emphasized that the most important advantage of this is that the government can create a microelectronics industry in Canada without directing the development of the technology:

> "In recent discussions on the microelectronics industry one hears a lot about chip shortages and the need to manufacture chips domestically. Some people would point to this problem and conclude that the government should start 'picking winners' in chip manufacturing. I do not believe that this is an effective way of promoting the manufacturing of microelectronics. In my opinion the government has been making a big mistake by pursuing a policy of picking winners for preferential treatment. They are ignoring government purchasing which holds great potential to stimulate all areas of the microelectronics industry. For a long time now many people have been telling the government that the most important general tool they have is their purchasing power. It is very unfortunate that no real progress has been made in this area today because the purchasers could be establishing markets for chips all over the economy. This would stimulate the vertical integration needed. Look at the area of 'office of the future.' After all, what is the government? Well most of all the government is offices. This field of office of the future also ties directly into the whole question of computer communications networks. It should not be at all difficult to accomplish quite a bit in this area because we already have some very strong firms in that sector making chips. But we should not forget that the government, directly or indirectly, is responsible for the purchasing which goes on in transportation, resources and energy. And perhaps most importantly, we should not forget that this is an industrial strategy which needs to be implemented."

Buying Consortia and Other Incentives

Other, less direct, methods of acquiring domestic chip manufacturing capabilities were suggested at the workshop. One method could be the use of financial incentives to encourage firms to purchase their chips from Canadian suppliers. One participant described how such incentives could lead to joint ventures among Canadian owned chip buyers in order to source their chips from a Canadian chip maker:

> "When looking at the question of Canadian owned consumers of integrated circuits sourcing these chips from a Canadian company, there is the basic problem of volumes. It goes back to the familiar dilemma facing our many small component manufacturers - where to find markets of large enough size to justify setting up production. The large Canadian markets are occupied by the large multinational firms who often supply their own needs. It would be useful to implement a scenario where a large enough market, outside of the markets represented by multinational firms, provides the integrated circuit manufacturer the lead-time required. If you look individually at some of the very innovative Canadian owned firms who are importing the chips required for their computerized products, it is obvious they cannot 'swing the lead' to get an entrepreneur to set up a large scale manufacturing facility. However, if incentives were provided for companies who make the effort to source their chips in Canada, Canadian buyers would start looking at their common requirements. For example, if all the members of CATA got together and considered their needs, they may well find common requirements where some kind of consortium or joint venture could be formed. This would make for a large enough market to make feasible the supply of chips from Canadian manufacturers."

It was also argued that such incentives could be used to encourage foreign owned multinationals to source chips from new Canadian manufacturers as opposed to US manufacturers:

> "The government could provide such incentives to the major multinational purchasers in the Canadian economy. This is no criticism of multinationals, but there is a percentage of their product development cost which they are not prepared to pay in terms of buying from a Canadian chip manufacturer as opposed to, for example, Intel. Now if there were some sort

> of 'umbrella' to cover the cost of sourcing the components in Canada, we would have a mechanism which will 'boot-strap up' the integrated circuit manufacturer. It would provide the kind of shelter for the small company that Bell Canada has provided Northern Telecom."

Direct Coordination of Corporate Activity

While most participants expressed strong support for government incentives to facilitate vertical integration between chip buyers and sellers in Canada, some participants indicated that the importance of chip manufacturing justified more direct government intervention. These participants felt that the acquisition of chip manufacturing capability is of such importance to Canada that the technique of offering a carrot to industry should be supplemented by the technique of brandishing a stick.

> "I can appreciate the concerns of those who say that the government should not be directing the economy and that it is best to create a proper environment of incentives and so on. Our firm is involved in many industries in the economy and we do not want the government telling us what to do. But when we look at the need to have chip manufacturing in Canada we get a little panicky when we hear that all the government is being advised to do is create an environment from which we will hope chip manufacturers can 'blossom' so to speak. For us, and for Canada, making chips is a question of survival because, as I mentioned in my opening statement we are not much better off today than a third world nation. Sure we are surviving today by importing our chips and building products from these but this is surviving on someone else's building block. So our view is that it is time for some forced coordination in this particular area for the benefit of all Canadian industry. The example of a couple of telecommunications manufacturers making their own chips is unique because they have emerged from a monopoly market. But the initial markets do not presently exist in many other sectors and that is why we need some coordination. Coordination for the purposes of getting chip manufacturing in Canada is a must for survival. The government must enable industry to build the future growth of Canada on Canadian-made chips. We can use all kinds of excuses if we want to but I just look at small countries like Holland or Belgium. Compared to Canada they have next to nothing in basic resources. Yet we see

> their technology going all over the world because their governments are directly involved. What is our government waiting for?"

The proposals put forward concerning this "forced coordination" drew criticism from representatives of multinational firms. They argued that transnational business responds best to a "carrot and not a stick." One participant referred to the short-term nature of the benefits of a "hard line" approach:

> "When considering policies of national governments influencing the business decisions of large corporations the techniques I feel work best are the ones which encourage business. I cannot deny that some countries like Mexico and more recently, Brazil, have taken a very hard line approach in order that we would locate some of our operations there. These countries have enjoyed at best some short-term success in acquiring general manufacturing activities that they would not have otherwise obtained down there. However, speaking generally I think it all boils down to the fact that most multinationals tend to make their investments where the environment is most encouraging. And that means first of all a good economic climate, with a stable political environment. As a lot of countries rank equally on those criteria, the single most important factor is how well our business is doing in that country. If our business is growing we tend to increase investment and in this way balance international trade with national interests."

Another participant was both sceptical about attempts by companies to coordinate efforts and attempts by government to stimulate or create such coordination. He was of the view that the best method for manufacturing any product in Canada is to have a Canadian-owned company control the development of the product and its profits:

> "The attempts at coordination and joint ventures are really extremely difficult methods of proceeding. That is why our firm only uses it as a last resort. In any product development one party will inevitably have to take the lead and incur higher risks. There is really only one sound way to take risk on a product development and that is the conventional method of ownership. The idea of developing products together may sound good on paper because it helps distribute

the risk. However, because of the nature of these things you usually become very bad friends in the process. Finally, of course, there is the insuperable difficulties facing Canadian companies attempting to negotiate a joint venture with a foreign-owned company; particularly an American company. If you look to the recent example of Spar Aerospace attempting to start a satellite business in Canada, it was clear that they could not have negotiated a deal with RCA which would have put the satellite business in Canada. This has nothing to do with those companies in particular. It is simply because things like joint ventures are awfully difficult when they occur across the border."

IV SKILLS SHORTAGES

Software Skills

Engineering Systems Applications

Before the advent of microprocessors, most engineering systems applications concerned the development of minicomputer-based industrial process control systems. Following the development of the microprocessor and other chip-sized microcomputing devices, the potential for engineering systems applications became almost limitless. In practically every area of the economy computerized products and systems that can execute complex tasks without human intervention are being developed. These products and systems require very complex programming.

There will be tremendous growth in employment opportunities for skilled programmers, but few Canadian university graduate programmers have the technical background, or the systems knowledge and experience required by Canadian industry. On one hand, computer science departments have been slow to integrate their curricula with those of physical science or engineering departments. On the other hand graduates who have acquired programming and technical skills in engineering faculties still lack the essential "systems" knowledge required for microcomputing applications.

One participant mentioned a recent study of Canadian universities in which he had been involved and which had a bearing on microcomputing developments:

> "Last year I was a member of the process control committee of the Canadian Pulp and Paper Association. They were having difficulty obtaining personnel for the development and maintenance for the process control computer system in that industry. In an effort to clarify sources for obtaining qualified people we made a fairly detailed survey of the courses and curricula in all the Canadian Universities. This detailed the course content in the engineering faculties related to computer subjects and also in the computer science departments where the university had one, or in the mathematics departments in those universities that did not have a computer science department.
>
> "In this study we were plotting courses such as optimization, numerical analysis, the type of programming courses offered such as data base design, systems analysis and things at that level. One of the findings related to the difference in average curricula of engineering faculties with computer science faculties. The results showed that although both the computer science and engineering faculties offer the same types of programming and analysis courses the people in the engineering stream get, of course, considerably more in physics, physical process, process control, applications analysis, and the handling of signal processing and real time systems. These were not included in any of the computer science department curricula.
>
> "This is relevant because a large number of microcomputing applications involve the handling of real-time input in the form of physical signals, or the control of a real-time process or object. This is in contrast to the strictly information processing systems which most people associate with computing, where information prepared by people goes into the computer and a report comes out. Many companies that I have contacted find that they have many job situations in which the people that have been through the engineering stream have the necessary background and training, whereas the people who went through the computer science stream are lacking in important courses and background for the types of jobs that now exist."

Someone suggested that the mathematical bias of Canadian computer science departments will eventually disappear as the universities continue to respond to the impact of microelectronics on the scope of the computer industry. One participant said that there is a trend to blend the hardware and software disciplines of university curricula through optional programs and he regarded this as a promising sign:

> "I certainly agree that the trend is towards a need for people with an engineering systems approach to computers and I think a number of the universities are responding to this need. In the past, electrical engineering tended to be very hardware oriented and computer science tended to be very software oriented. However, in some universities the computer science departments are now looking into optional programs which would involve their students in electrical engineering courses. So I think the kind of people that you are looking for are beginning to come out of universities. I agree many universities have a long way to go, but, I think what is required is, by and large, visible to the universities and these people will be forthcoming."

This however was a minority view. Most felt that the universities were moving far too slowly in supplying Canadian industry with the skilled programmers it requires.

An industry representative whose firm is involved in developing real-time microcomputing applications said that efforts by universities to meet the changing needs of Canadians by simply blending the computer science and electrical engineering streams were insufficient. He emphasized the need for people with systems engineering skills plus hardware and software knowledge, and pointed out that most people with this combination of skills and knowledge obtained them through industrial experience:

> "Systems engineering knowledge is knowing how to engineer applications. So when looking at chip applications you are looking for people with knowledge in systems plus software, and systems plus hardware. In other words you are looking for graduates who have training in systems engineering as well as software, or graduates with training in systems

> engineering as well as the electronic hardware that does the computing. We find such personnel extremely hard to find unless they have been around the industry for a while. Finding them is not enough though; it is hard to bid these people away from the competition. We have tried going to universities to recruit at the levels of masters and doctorates. Even at this level we find the talented software people - those with the imagination to see outside of the software and program with a view of the real task which is to be performed - are very few and far between. Perhaps we are just unlucky, but I doubt that other companies have been very successful in recruiting personnel who can develop the software for their chip applications."

Another sceptic agreed that such knowledge was a product of industrial experience:

> "I do not think we can look to our traditional educational institution to produce enough candidates to meet the demand of this growing aspect of the computer industry. If you expect that someone can walk right out of a university, and, besides being an expert in hardware and software also be systems oriented, oriented to the problems of particular applications, I think you are looking for too much. I have had people like that for the last twenty-five years. I find that systems knowledge is learned in the industry and the industry will develop that kind of talent. For those of you who wish to dispute with me on this issue, if you feel that the present educational system can provide such talent, my feeling is that your expectations are a little too high for the product of four or five years of university education."

One participant emphasized that the industry has not been able to meet the demand for people with adequate systems knowledge to deal with the growth in applications that have resulted from microelectronics hardware:

> "From my contact with companies that are involved in microcomputing developments, fitting microprocessors into their products and so forth, I certainly encountered widespread agreement that there is a great shortage of electrical engineering personnel with software and systems experience for microprocessor applications."

Another argued that while systems knowledge is not easy to teach from within a university our expectations must nevertheless remain high:

> "Because of the speed with which things move in applications, or if Canada is to sustain the onslaught of world competition, our expectations must be very high. We cannot afford the luxury of time. Right now we are training people for four or five years in a discipline which changes dramatically in less time than that. My main quarrel with universities is their failure to institutionalize a general program of systems training. I can understand that this is a very difficult thing to accomplish because universities are not in the 'real world' setting. But if the universities could make this commitment to a broad program of systems training, they could greatly improve our performance. Manufacturing systems engineering should receive priority in the curricula of university departments because it is a difficult skill to develop. Canada would be in an extremely good position with these skills because the other skills required for application such as software and hardware knowledge are much easier to develop. Sure my expectations are high, but those are the kind of skills that are in demand. We must ensure that by the time people graduate, they should be able to meet our systems needs. Even without more funds there are still some things that can be done. There are certainly a number of courses that are on the curricula of departments that do not even approach the importance of systems training. These areas should be cut if it will improve the quality of education."

An alternative proposal was that more universities should provide "co-op" programs like those of the University of Waterloo. By alternating university study with industrial experience, the students are better prepared for the industrial environment, than those who go straight through university:

> "I would just like to ask the last speaker if he finds he hires many of the graduates from the University of Waterloo. [The answer was yes.] We also hire quite extensively from that university. Their practice of having students obtain experience in industry as part of the regular process of getting a degree is, I think, very successful. Your practice of hiring many students from Waterloo would also tend to

> support this. Perhaps the answer to the shortage of systems training lies in this cooperative relationship between industry and university. They certainly tend to have a great deal more of the essential common sense required than do those who went straight through university."

Most participants however felt that there still should be some reorganization of the university curricula and one suggested that universities should reconsider the definition of software as it relates to engineering systems applications:

> "I agree that the universities have got to make some changes if we are going to solve the skills shortage in these applications. Perhaps they should begin by reorienting their view of the meaning of software. If we are going to come to grips with the shortage we should not refer to software in the narrow sense of the term, to mean simply coding. We should see software in a sequence that begins with the systems knowledge - a knowledge of the application and then knowledge of hardware and software. Canadian industry needs people who are knowledgeable in applications. People who have mastered the art of seeing through the steps of a solution are needed to get solutions coded for the hardware."

Information Systems Applications

The computer hardware and software associated with information systems applications are generally used in office automation. While substantial productivity gains have already been realized, there is at present a wide gap between what is possible and what has been achieved. Participants attributed decreasing sales in computer hardware and underutilization of existing hardware to software shortages.

Software shortages have resulted in the phenomenal growth of the computer services industry in Canada. It was estimated that by 1990 the services industry could in fact surpass the hardware industry in total revenue. However, looking at the software industry in the narrow sense of independent proprietary software misrepresents the importance of software. Corporations who purchase independent propri-

etary software also have a huge software investment within their organization:

> "I think people misunderstand how much growth there has already been in software. This is because people forget that for the user corporation it really makes no difference where the software comes from as long as it does the job. In fact, independent proprietary software is not where they are spending most of their money. Given that there is somewhere around 95 billion dollars worth of installed hardware, when you count the in-house labour in countless user corporations, the programming and analysis they have done in terms of implementing their applications, which is software, you are probably dealing with between 150 and 250 billion dollars worth of software. It is already a bigger industry than the hardware industry. Of all that installed software, the services industry represents, at most, five per cent of what is really an incredibly large industry. More important though is the fact that the whole industry is highly constrained by a skills shortage, in terms of what it can do to provide user corporations the software they need to get the most out of their hardware."

Industry analysts use the term "office of the future" to refer to evolving computerized information systems which promise unprecedented increases in productivity. An important requirement for achieving high productivity levels is the use of communications links between computers in different organizations for automating non-traditional office functions. Very large organizations are finding that the use of computer communications networks for financial transactions and transmission of information can be economically justified. Participants noted that although the main market for this aspect of office automation is currently large businesses, the field of computerized information networks is evolving rapidly and smaller businesses and even homes are growing markets for the computer communications industry. Videotex technology, which is the technology of public computer communications networks, will further expand these markets:

> "In the field of computer communications we will be requiring software in three broad areas. First there are the larger corporations who own most of the hardware installed today. They will need software for more computing and also for more

> communications. Then there is the new opportunities in the smaller business sectors where they have yet to implement any office information systems. As microelectronics keeps improving the price/performance ratio, we are starting to see a tremendous increase in the number of small businesses which are automating their offices. Finally, there is the evolving field of videotex information services. This is an area in the computer communications industry which is largely in the experimental stage. At this point, it is quite easy to see that the technology is far from maturity. In twenty years you can be sure that the computer communications industry will be nothing like it is today."

Because videotex is still in the experimental stage, its software market is, as yet, undeveloped, but the software market for the automation of smaller offices is large and growing:

> "The market for small business software today is phenomenal. There are some 4 000 large companies in Canada today whose annual sales exceed $10 million. Most of these businesses already have an average of three computers. But at the same time there is presently some 56 000 organizations whose annual sales are between $500 000 and $1 000 000. These businesses are looking for people who can implement their applications and many of them do not even have any hardware yet. As the hardware becomes more attractive the shortages in this area will continue to increase. As you can see the small business market alone is creating a big shortage of people."

The economics of microelectronic hardware is contributing to the skills shortage, particularly in the areas of software needed to fully utilize the tremendous investment in large business hardware. Electronic funds transfer systems, (EFTS), point-of-sale accounting and banking (POS), and electronic mail systems are examples of areas whose growth is fuelled by software:

> "Our company finds that a long-standing problem facing our large businesses today is how to use the technology. Because of this we really see ourselves as being in the advice sector. Besides manufacturing software for our clients we also do consulting and educating. Our customers are basically trying to make business and human sense out of the tech-

> nology. Unfortunately they see everything besides their application or usage of the system much like a giant black box. The hardware and software are fed into the box and magically, out comes applications and usage. Our job then is to give them a better idea about the nature of this black box so they can develop better applications.
>
> "In examining what pays and what does not, we see that these large companies are in a period of trying to sort out what to do with the hardware avaialble. You might say their priority concern is not what is being built, but rather, how to use what has been built. The computer manufacturers know this better than anybody else. Those big manufacturers who sell mainframes and other expensive hardware to the Canadian market know that unless the applications improve, unless the necessary software is developed, the market for their equipment will face a major slow-down. For the projected hardware markets in the office of the future, sophisticated software needs to be developed with high level human interfaces. The office of the future will also require the software for interfaces between computers; standards have to be 'masked-out'. This is especially true in the important areas of POS, EFTS electronic mail and so forth. The software is what really keeps these systems going. Businesses are very dependent on how these applications operate. The hardware growth is completely limited by the software growth. The software is, if you like, the fuel of that machinery."

The present educational system is not providing training in software skills needed for information systems applications. One participant was concerned about the quality of the skills required. While agreeing that industrial experience will provide higher-level skills, he felt that the extent to which university level skills were being outdated is poorly understood; and predicted that programmer graduates might soon face periods of unemployment. Perhaps of greater importance, he felt that people will not resolve the software shortage. "Breakthrough" technologies that allow users to generate their own applications from available software will be needed. He felt that firms developing these techniques should be encouraged:

> "Sure we are into a skills shortage. But it is not that an end-user is looking to hire anybody who knows some programming. The fantastic array of interfaces and technology is

not for beginners anymore. It is an area served by those with the middle and high level skills which are acquired after years in the industry. Universities just cannot produce these skills. Because of this fact we really must readjust the way we have been looking at the skills shortage. People who examine this shortage by subtracting the number of graduating programmers from the manpower demand are wasting their time. When you have a skills demand that focuses on those people who have been in and out of different parts of the business for the last five years those figures are going to lie drastically. For a while, you may even have the strange situation where graduates cannot find jobs in the midst of a tremendous shortage of higher level skills. I would predict that as possibility during 1982. Hopefully this will not happen and these graduates will find jobs. But the fact of the matter is these people will not resolve the shortage.

"User corporations are looking for the 'breakthrough technologies'. The ultimate breakthough will result when software is widely available which allows users to generate their own applications. Tremendous strides have already been made in terms of this process of moving programming closer to the end-user. When this skills crunch is over we are going to see a dramatic change in the economics of developing an application. We will see an expansion in the market for office equipment we cannot imagine today. So, I think that any firm that is using their skills to develop these new tools deserves support today."

Most participants felt that prospects for a breakthough in the software shortage should be considered over the long-term:

"There will obviously be more new software technologies developed which will ease the programming burden for a systems implementation. There have been developments in the area of firmware, where we see more and more of the software being coded directly into a chip. There are increasingly sophisticated software packages and higher level langauges. Obviously, these technologies are making computers a lot friendlier to the user. But I really cannot see that they are going to get us out of the skills crunch. Sure these are areas we must develop our talents in. We should be able to export this technology. However, these technologies do not alter the fact that around 1985 we should be at the height of the crunch. That will burden the economics of the computer industry with intolerable software costs. So for the short

term I think we should be looking at some other areas."

Another participant agree with this and added that the overall evolution of user-friendly computers are both encroaching into the revenues of the service industry and bringing it new entrants:

> "I do not think that we should underestimate the long-term potential of user-friendly computing. Computers have become so friendly that more and more businesses are becoming independent of what might be called the EDP service umbrella. This is both good and bad at this stage. It is a little disturbing to think of all these businesses, especially smaller ones, that are purchasing systems which may not be a large risk in terms of dollars to its user. However, in terms of strategic importance to the company it is a much more important purchase. Once that computer becomes a central filing cabinet of a business, if the user does not know what he is doing, the implementation can ruin the company. However, at the same time, it is very obvious that some users are quite justifiably becoming less intimidated by data processing. In fact, many are entering the service industry. They see opportunities not just to automate some function in their own business with their own software, but they often look at their software as a general solution. They then turn around and sell that package to other users. But, I think I also agree with almost everyone here in that this is an ongoing process that will demystify computers in the long run."

Automated Software Development

One participant felt that many of those attending the workshop misunderstood the nature of the software used in developing applications. Because hardware and standard applications packages still do not allow untrained end users to develop their own applications software, these software products could not provide any leverage against the huge programming burden user corporations face in programming for their particular applications. His concern was with a new breed of software products which can be best described as applications generators. He further emphasized the importance of strong government support for these applications generators by noting the productivity at stake. By

making complex systems very simple to use, applications generators can make feasible the widespread development of the important networks of the office of the future:

> "The solution to the skills shortage lies in a whole new kind of technology. I do not think that many people in the industry are familiar with it. There is a whole new approach in software manufacturing which was not designed by anyone using a systems discipline. It just grew. It is totally changing and reconstituting the development cycle. This software (applications generators) has a tremendous market and yet what has been produced so far only scratches the surface of that demand. End users want to cut the time and cost of systems implementation very badly. I think this is a very special need. And it needs special incentives for investment, special financing, special grants. It has got to be one of the government's biggest priorities because if we can solve the software productivity gap we also solve the office productivity gap. The big issue is big business usage. This is the kind of software we are going to need if we are to expand POS, EFTS and all those buzz-words that involve information processing for large commercial companies. The backlog of applications in this area is incredible already. It is certainly one area that is totally deserving of special incentive."

Immigration Policy

The growing skills shortage in the high technology industries has resulted in a conflict between Canadian immigration policy and the requirements of the industry. It was felt that current provisions for making exceptions in skilled labour cases were too rigid. A more flexible approach was called for that would allow skilled people from other countries to immigrate to make up for the shortfall of skilled Canadians. Participants appreciated the sensitive nature of the issue but also felt the government should have an appreciation of the impact of immigration policy on Canadian technological capabilities:

> "I do not wish to be critical of the graduates of Canadian universities. Our experience has been that the output of Canadian universities is very good. However, through this whole meeting we have been talking about the specialized

> systems knowledge which seems to be coming from experience in industry. In our own area of specialization for example - modem design - there are probably no more than 20 or 30 people in Canada with these particular skills. All these people are doing very well economically in their respective organizations. So if we decide to start up a project we will not have the people available to start fast and efficiently. Consequently, a fast and efficient way to generate more economic growth in Canada would be to allow us to go outside of Canada and hire a specialist of our own choice. This is a rather difficult thing to do because we need to apply for special immigration department permission. This procedure makes it unlikely you will be able to get the individual you need into the country. A more flexible approach is needed so Canadian businesses can import the specialists they need. People are really the seeds around which we grow our technological capabilities."

Many participants argued that the skills shortage should not be used to criticize unduly the performance of Canadian universities. They noted that there are several universities that are providing industry with the higher level skilled people it requires. One participant pointed out that Canadian universities were unable to supply people with higher level skills because of the low numbers of Canadians applying for enrollment at the graduate level. He suggested that immigration policy should be changed so that foreign students can fill the university places and help solve the skills shortage:

> "It should be made clear that there are Canadian universities which can supply the changing requirements of Canadian business if they could just get enough students to enrol for studies at the graduate level. A good example is the University of Waterloo's Research Associate Program which is directed at providing opportunities for recent graduates at the masters level to spend one to four years doing research and development work in high technology and then move on to industry. They have experienced a tremendous amount of difficulty in locating Canadian candidates for that program. However, when you look at the list of applications for a masters program, most of the applications are from foreign students; especially the underdeveloped countries. There are people there now who are clamouring to study here. Now if we can put more of them into the universities and if we can get the immigration laws to allow them to stay, I believe we

> could greatly improve a university's contribution to solving the skills shortage. I know this is a very sensitive area. The immigration laws should not respond like a tap or a throttle. However, something is going to have to be done if enrolment keeps declining."

Selective University Cutbacks and Funding

Policies of controlling costs in the public sector through cutting university budgets were regarded as highly counterproductive. As a result of these cutbacks the universities were being hampered in their attempts to provide programs that would produce skilled personnel required by industry. The government should ensure that the courses which are required for the growth of the microelectronics industry are protected from the impact of cutbacks:

> "The key determinant of Canada's future success in the electronics industry will be the adequacy of the education base. I think the education base we have today is offering a real service to industry in terms of the overall quality of their graduates. But, right now, we do not have high enough enrollment to supply industry. If the electronics industry is to continue to grow we will in the future need many more people than we need today. There is a vital message in all of this for governments involved in controlling costs in education. If they are going to cut costs in education they should watch out for the wide variety of skills needed by the electronics industry. They are going to have to be very selective in what areas they cut if they do not want to further reduce a supply of people who are highly employable and a tremendous benefit to the economy."

The shortage of technologists in the microelectronics sector also means a shortage of R&D capabilities. In response to this the Cabinet announced that part of the $50 million special Electronics Fund would be set aside for funding of non-profit research institutes or "centres of excellence." Unlike the CAD/CAM Council's proposed cooperative CAD/CAM diffusion centres, these research institutes will concern themselves with the transfer of microelectronics technology in general. The subsidized institutes are to ease the manpower require-

ments of private research and development projects.

The Cabinet announced the plans to allocate $50 million over three years for the Special Electronics Fund in April 1979. However, eighteen months passed before Treasury Board completed the process of approving specific budgetary allocations. In addition to the criticisms about the prolonged delay and small size of the program, participants queried the content of the program. At the time of the workshop the institutions that would receive the grants for establishing centres of excellence had not been determined. The planning stage of the program was discussed:

> "The third part of the three part Special Electronics Fund concerns the funding of 'centres of excellence' in microelectronics technology. These could be centred in universities or government research institutes and would basically be available to smaller companies to perhaps sub-contract some of their R & D work to these centres. We would hope that these centres would also act as a bridge between the universities and industry bringing these two groups together in the field of microelectronics. This is all aimed I believe at the application of the chips."

Although no participants opposed the use of university research institutes, reservations were expressed about who should control the funds. One industrial representative argued that the direction of R & D efforts would be influenced by the organizational interests of the universities, and purchaser needs would not be of paramount importance. He felt that the program would be more effective if corporate purchasers of university technology had control of the funds:

> "If you establish centres of excellence in the universities but only instruct them to make themselves useful to the local community do not expect too much. Doing that would not be nearly as effective as IT&C approaching Canadian entrepreneurs and simply saying 'here is a sum of money to be used exercising the universities research capabilities.' I do not think you should give grants of money to university research

> institutes unless you want to develop institutions that are more oriented towards meeting their internal requirements than the requirements of business."

A participant with experience in the area of transferring technology from university to industry offered the example of the conditional grants dispensed by the National Research Council to effect the transfer of technology from the University of Waterloo to R&D purchasers:

> "It is encouraging to see that there is some money being put into these Centres of Advanced Technology. But whether they like it or not, if the universities receive money for research they should have very specific parts of that money tied to marketing and technology transfer. It has already happened in a few cases. We have been acting as technology transfer consultants to the University of Waterloo for three years. This program makes sense because if you do not accomplish the required transfers the funds will be cut off."

Management Education

Balancing traditional university programs with technical programs was regarded as essential for meeting the skill requirements for an emerging microelectronics sector. Participants indicated that both educational institutions and industrial employee educational programs should aim for this balance. Three areas of concern were identified: ergonomics, an integrated knowledge of management and the knowledge required to start a new business.

Ergonomics is the study of the relationship between workers and their environment, and though rarely covered in university curricula is critical to the success of both engineering and information systems applications:

> "A key requirement for the whole area of applications is the question of the man-machine interface. The usability issue, human factors, user psychology and the like are some of the primary areas of concern today. Skills in these areas will determine the success of firms involved in manufacturing

> microprocessor-based equipment, firms involved in implementing office systems, virtually real-time applications of any sort. I have had the opportunity to examine the curricula of all the Canadian universities and these kinds of courses are practically non-existent. This is an area where a real gap exists and education in Canada must move to close it."

The lack of interdisciplinary knowledge of managers in the electronics industry was cited as an important aspect of the skills shortage, with the present pattern of promotion and the overall division of labour as factors contributing to this shortage. Formal management education is needed:

> "It is becoming apparent, especially for managers who are involved in this particular industry, that the age of the generalist is returning. Yet here in Canada most companies are experiencing repeated problems finding effective managers. This is a result of the tendency for people who enter the management stream to come directly from their area of specialization. The people who are going to be charged with running these organizations, the people who will be taking responsibility for their growth need knowledge that they will not pick up coming directly through the ranks. They need to know the technology, marketing, manufacturing, financing, legal issues and more. So I think that we here in Canada must look to the potential of education both within the electronics industry and more traditional types of education. With some efforts in this area I am sure we can supply Canada with the generalists needed."

Courses on entrepreneurship and the management of innovation are offered by only a few universities and more are needed as there are few Canadian firms where entrepreneurial skills can be acquired. Courses on entrepreneurship should include information on how to capitalize on government programs and policies:

> "Clearly there is the need to have the right kind of graduates. Yet when looking at our educational requirements in Canada we seem to have completely forgotten that we also must have another very special kind of person that we do not see nearly enough of in the electronics industry. Where do the extremely talented entrepreneurs come from? Where do people acquire the knowledge of the industry needed to start a new

> company and bring it to the status of a medium size corporation? Where do they learn to manage a corporation effectively in the environment provided by government. How do they learn to get the funding available, the process of government support programs, the knowledge of taxation policy. This is a very serious problem which has not been touched on in any of the policies for the skills shortage. We are getting a few new strong contenders in the electronics field but they are just too few in terms of world competition. Where do these people come from? Well in most instances they come from our main world contenders like Northern Telecom. In a few other cases they spend some time in the United States with a leading firm and then return to Canada to start a company. But you can only tap Northern Telecom for a limited number of people and there are not enough people that return to Canada from the United States. For several years now we have been looking into the question of education and the skills crunch. It is time we looked into the educational problem of getting managers in Canada who can start a new company and take it into the several million dollar range in sales."

Continuing Education

Several participants suggested that many Canadian employers were not allocating sufficient funds for continuing education to upgrade the skills of their employees and to keep them abreast of current developments:

> "I agree with everything that has been said with respect to the detrimental effects of the reduction in funding to universities. There is another aspect to the funding of education in this country that we should not lose sight of however. That is, the people who own and manage our industries are going to find it increasingly necessary to make a huge cost commitment to keeping those skills current. This is a growing challenge facing industry. We must somehow evolve a commitment to on-going or continuing education."

Strong support was expressed for special government incentives for in-house training schemes. However, reservations were expressed by one participant who was not satisfied with the output from what he referred to as the "training industry". He felt that if companies are not prepared to make substantial financial commitments to

continuing education, they should not qualify for incentives:

> "The idea of incentives for the training industry does not take into account the scope of the skills crunch. What we need is a system of incentives that facilitate the growth of "education" in the training industry. I use the term education because in-house training programs provided by employers usually fail to rationally address their own needs in data processing, engineering and systems areas. Take, for example, the government's in-house training program. They have to expand the scope of their data processing training dramatically if they hope to develop the skills which they need today. The same applies to firms in the computer industry, and to corporate management in general with respect to their EDP personnel. There is a real lack of awareness of the need for that commitment, that huge investment in the people they hire. If companies intend to survive in many markets they may find they need to get the output of three to five man years from one man. That will call for an investment of a tremendous amount of money in education, not training. That means special government incentives should be applied to the employers who provide these major educational programs."

University-Industry Cooperative Programs

The discussion of methods to improve the industry-university relationship in Canada included student use of industrial research facilities. Participants noted the exceptionally high quality of graduates emerging from the few Canadian universities that have cooperative programs. It was suggested that increased use of this practice in the more innovative sectors of the Canadian economy could provide a mechanism for alleviating the skills shortage:

> "Obviously there is a consensus today that we are increasingly moving towards a 'crunch' with respect to skilled people. At the same time we are trying to address the question of avoiding, or perhaps minimizing its impact. Inferring from comments made thus far, it is highly unlikely that the traditional educational institutions can provide the graduates with the level of skill needed to solve their problem - either because of a question of time or quality. We also seem to be in agreement that the kinds of people who can supply us the knowledge we need tend to be those who have acquired the proper industrial experience. What appears

> necessary is a return to a sort of apprenticeship system. If industry begins the practice of working in conjunction with the universities to give Canadian students experience with technicians, working at the 'cutting-edge' of technology, we can perhaps solve our own problem."

Upgrading Skills

The perpetual shortage of people with computer-related skills adds to the increasing cost of systems development and, in the case of installed capital equipment, systems operation. Several participants felt that the executives of many Canadian corporations were providing inadequate economic incentives for Canadian technologists to upgrade their skills. As a result, these corporations were both aggravating the shortage of skills, increasing their overall costs and, in effect, were impeding the growth and development of the industry:

> "I absolutely agree that more education, continuing education, relevant education are all issues of concern; very serious concern. But do the members of industry presently view these skills as worth any kind of investment? This does not appear to be the case if you look at the treatment of people who have spent years in companies. They have made it very difficult for their personnel to advance economically unless they get out of the technical stream and into the management stream. And there is nothing that governments or universities can do about that. It is a business responsibility."

There is pressure for corporations involved in using computerized office systems to adequately compensate their software technologists. One participant indicated management was beginning to recognize the need to improve the pay for in-house staff because it is becoming apparent that the computer service industry is very much in the market for underpaid skills:

> "To add a passing comment to this whole question of the supply of skills. While people can dispute the extent of the shortage, there is no doubt that the consulting and services industries can both provide a supply of software and they can demand it. On one hand then, we have seen the growth of the Canadian software contractors that can do the job required

and they do provide products and services that relieve the burden on customers for their software. But on the other hand, I have heard many a complaint amongst my clients that the prime areas from which software developers are being recruited is their very own large corporations. They have also been discovering that these software developers are often being sold back to them at two to three times the price. That is hardly alleviating a shortage; it is causing one."

V STIMULATING GROWTH

The workshop participants, many with an industrial background, reviewed the impediments to industrial growth and discussed possible stimulants. Topics discussed included changing the status of the industry, how to arrange adequate training for new ventures and how to entice state-of-the-art technology to Canada. While much of the discussion could be applied to the Canadian manufacturing industry in general, it quickly became clear that the technology and applications of chips involves special considerations and suggests novel and innovative roles for both government and industry.

Status of the Software Industry

Software as a Manufacturing Activity

Participants felt that if the government would change the status of the software industry from a service activity to a manufacturing activity it would be promoting the entire industry:

> "In the September 1978 issue of the Canada Gazette there is a section outlining how software is accounted for as a research and development expense. If the government wants to see the software industry grow it should institutionalize software as a manufacturing activity. It is at the present time regarded as a service activity. As a result software manufacturers do

not qualify for certain stimulative programs, tax write-offs and various other incentives that are available to the traditional manufacturer. In the definition of what constitutes a high-technology manufacturer we must include firms involved in software or system design. The government must come to appreciate the significance and concreteness of software. It is in fact a higher risk product than hardware. So we are in an especially serious need for a concentration of incentives to get investment and financing behind these firms."

Software Statistics

A major concern was the absence of any formalized method for gathering data on the software sector resulting from software being regarded as a service, rather than a manufacturing activity. The lack of both software and hardware statistics can also be attributed to government regulations. It was proposed that the Canadian government should provide accurate software statistics to help companies identify market opportunities and to enable companies to follow the role of software in the economy:

"Another very serious problem is the lack of statistics on both the hardware and software sides. The best source of statistics on the Canadian computer industry is the US Department of Commerce's Export Statistics. The Canadian statistics are completely and utterly frustrating. I understand that this is due to provisions in the Statistics Act which prevent the release of information when there is one dominant manufacturer in a sector of Canadian industry. This really makes the situation a poor one for identifying market opportunities. This situation needs to be changed quickly because, even if the rules were changed yesterday, it will still take two or three years before we start generating useful statistics. The same applies for the computer services industry. While there is a statistical service operating in this sector, they only deal with the data processing aspect of that business; software is not included. We do not presently know what is happening in the software field despite the fact it is also becoming an increasingly necessary requirement for the manufacture of a product. The government needs to set up a mechanism for identifying and measuring software so we can trace its role in the economy."

Software Cooperation: The Publication of Opportunities Lists

In examining the overall relationship between large and small firms involved in software development, corporate secrecy was identified as a factor aggravating the software shortage. Small firms take relatively higher risks in making R&D commitments for software development because of the financial consequences of unknowingly working on the same product as a large firm. More software could be produced if it were not for the fear of small companies duplicating work being done by the large ones.

The contrast between the trend to pursue more cooperative and complementary strategies to help alleviate the skills shortage and the competition that results from the legitimate desire of large companies to keep their areas of involvement secret is ironic. It was suggested that this dilemma could be resolved by the government, in conjunction with large business, publishing an opportunities list to outline the areas that are not currently being developed:

> "One issue both the government and the major firms involved in software development must come to terms with is the wasteful competition occurring between big firms and small firms. This is not a complaint about unfair competition. Having started a software operation a few years ago, I can honestly say that I have never once seen a case of unfair competition. The large companies are treating the small companies and each other, cleanly and fairly in competition. The main problem is that the development of software requires so much cooperation. The amount of cooperation required is becoming more and more evident as the industry evolves. It is obvious that we have reached the point in an industry that is so wide, which has so many skill requirements, that the giants and their respective associative groupings could not possibly have all the skills we need. Therefore we have to look at the small companies in the field.
>
> "There are a good number of small companies developing great software products and hardware applications. But one of the main reasons that there is not a great many more of these firms or a lot more software produced, is fear of the 'fly-swat effect.' Small companies that take the time and effort to develop software live under the constant fear that IBM,

for example, has also developed the same type of software. Imagine what it would mean to a company to spend years on a piece of software and then find out IBM has just released the same software. It will not mean too much to IBM, but that small company is going to be in deep trouble. This flyswat effect is a major reason why small software firms find risk capital so hard to find. Whether or not firms like IBM have any ethical drive to let small firms know what they are working on, they will not let this information out. After all, other big firms, their direct competitors, will also be very interested. However, what these small firms need are opportunities lists detailing the areas in which the giants are not presently interested. The only ways we are going to get these opportunities lists is through the government. The government should become involved with the major suppliers to provide the small businessman an idea of where he can avoid duplicating the efforts of these major suppliers."

Finance

Role of Financial Institutions

There was consensus among participants that there is inadequate financing of Canadian entrepreneurs and corporations involved in computer related activities. A variety of government policies and initiatives were suggested to help alleviate the problem. However, some participants felt that Canadian financial institutions had a special role to make risk capital more easily available to microelectronics firms, particularly smaller firms and software firms:

"The government appears to be gradually coming to learn that software is something concrete, no matter how abstract it looks. As a critical area in need of financing it does warrant substantial investment. More and more Canadian institutions are beginning to recognize software as the key to any sort of economic leverage in any industry today. I think the same argument applies for data processing services. I think that banks generally are regressive in Canada in terms of their entire approach to a) business, b) small business, c) computer small business and d) computer small business dealing with services or software. They do not rank favourably when compared to the American banks. In terms of the getting computer businesses started and of financing these needy areas they have got to improve their attitude."

Special Electronics Fund

The Special Electronics Fund included allocations other than the $3 million for university research institutes. These were grants of up to $10 000 each for feasibility studies for industries not already using microelectronics, grants of up to $100 000 for the design of applications for chips or the design of custom chips themselves, and, a special $21 million grant allocated to Mitel Corporation towards a $72 million plant and equipment expansion of Mitel's plant at Bromont, Québec. There was to be another allocation for a general program of public awareness but Treasury Board decided against it.

Participants disagreed on the extent to which the threats posed by the microelectronics revolution are perceived or understood by the Canadian business community. Some felt that there was a lack of awareness and the fund would serve to alert industry to the need to improve their products or operations using chip allocations. Others felt that Canadian business was very much aware of the threats and the opportunities posed by microelectronics. The following exchange of views on the issue outline the rationale for the opposing views:

> "There are a great many manufacturing companies in Canada that have no understanding at all of what microelectronics will do to change a competitors' products and how it will make a competitors' operations more effective. I am concerned that those manufacturers probably do not understand most of the things we have talked about today and more importantly, there is no mechanism by which they are going to learn. If something is not done these manufacturers could become noncompetitive in world markets largely because of a lack of information. People too often speak of the skills shortage. However, it is more than just computer skills. It is also the great shortage of people who have examined the potential of microelectronics to see what it can do for their industry. We are really faced with a tremendous problem of education."

> "At the Department of Industry, Trade and Commerce we have generally felt that industry outside of the electronics industry is probably not aware what is creeping up on them in terms of microelectronics. They tend to be fairly smug. I

think that we have to get to all the sectors of industry and alert them on how this new technology is going to affect them. What IT&C has in mind is to run a series of seminars across the country as part of our Special Electronics Fund. These seminars would be aimed at the chief executive officer in the larger corporations. We hope that the seminars would excite him enough to go back and look at his company to determine the extent to which microelectronics is going to affect his operations."

"Our [trade] association's reaction to the educational aspect is that there is a requirement for general public awareness but please do not start to do our job. If the supplier of microelectronics products wants to get his product placed he will do the marketing, he will tell the story, he will convince. For example, recently the vice-president of a firm which makes video switching equipment demonstrated one of his switching controls. While examining it he remarked 'We have got all sorts of microprocessors lurking in here'. I asked, 'Why do you use the term 'lurking'?' He went on to explain that broadcast engineers, and in particular, studio technicians do not want to touch microprocessors. They do not want to know they are in there. They are, in some respects, afraid of the technology. The fact that the technology can do great things for them is not important. So what I am trying to illustrate is that the community that is incorporating microelectronics into finished products will do so in the most effective way."

"By talking to people in the industrial branch of IT&C we have concluded that people in the electronics industry are very much aware of microelectronics but there is a lack of awareness among many industries that are not within the electronics group. They do not feel that this new technology is going to affect them in any way. They cannot see how it can possibly affect them. We want to try and get to those people, and say 'that may be true. But it is also true that it may affect you, and it may affect you very dramatically; that other countries, including the UK and most European countries, are examining all their industries; they are developing chip applications for their industries, to improve their processes, their production, their products.' We feel that it is worth a series of seminars across the country just to make sure that larger companies in Canada are aware of all this."

Grant Programs

Industrial strategies primarily based on the promotion of core companies was very strongly opposed by many participants. They felt that there was a tendency for the government to ignore the needs of smaller businesses, particularly with respect to advertising of the discretionary allocations. One participant who had obtained an IT&C grant to develop applications generators indicated how the grant prevented the acquisition of his highly competitive firm by US interests. Like many other participants he argued for a reorientation of government programs to take into greater consideration the needs of small business in Canada:

> "Small businesses need more help at getting started with grants. Of course this should include such things as marketing aid, research studies, but more importantly, it should concentrate on showing small busineses how to get the funding. They generally do not know about these things. I think that there is a very strong argument to be made for directing programs at small companies. I think it is important to let you know that I am speaking from a position of personal experience as a small company. If we had not felt that it just might be worth the effort to approach the government bureaucracy we would have, last week, sold the operation to an American firm. To be explicit, the grant made it worthwhile to refuse their generous offers because the grant gave us the financing to compete with them in the development of this software line. IT&C's grant was solely responsible for a small business, with very competitive growth prospects staying in Canada. Again speaking from personal experience our story could be repeated thousands of times over for thousands of small businesses that are involved in proprietary software."

A danger inherent in grant programs is the inability of government organizations to reliably assess rapidly changing trends in microelectronics. It was emphasized that the public administration of grants was particularly inappropriate for the constantly innovating microelectronics sector:

> "I know that people in the government are willing to work

> very hard at administering these grant programs. But fortunately it does not matter how willing, or how hard individual public officials work, they are going to make mistakes and direct the technology into the wrong areas. It is really not in the nature of government organizations to react to developments like industry does. As fast as this industry is moving it becomes essential that we create the broad programs that allow the private sector to make decisions about what constitutes a good project or a worthwhile company to invest in. The government efforts for this industry must be concentrated on establishing a supportive but 'hands off' sort of environment where the ground rules are set. That is why I prefer the tax incentives route. It keeps control of the direction of the industry in private hands by ensuring that the financing of the industry is accomplished through private funds."

Although opposition was expressed about the method of grant allocation, there was a consensus that a program of grant allocation was necessary. One participant noted that profitability is a prerequisite for the growth leverage offered by tax incentives. In the case of many small firms profits are so low that tax incentives will not achieve the desired result. Some form of negative tax or outright grant will still be necessary to stimulate the start-up, development and growth of these small firms. In addition, the role of government in the microelectronics (and electronics) sector is firmly established in the countries with which Canada competes:

> "First of all, I think most of us who are in private enterprise regret the fact that governments on a world wide basis are involved in the development of the economy and directing its development. But as regrettable as it may be, it is a fact. This has been occurring all over the world primarily through military expenditures and industrial strategies; especially in the high technology areas. Just look at what is going on in Britain or France and especially Japan. This will create more economic pressure for the Canadian government to be more involved in the direction of industry through taxation, through grants, through cooperation, through purchasing policies; there are any number of ways. I think it is naive to think that is not going to happen and, more significantly, increase as time goes on. As this is the case, how are we going to do the best job we possibly can?

> "Although I prefer the tax incentive route as most efficient in terms of the amount of government administration involved, it does have some basic problems. First of all you have to be profitable to benefit from a tax break. In start-up situations where a new firm is working to break even, tax incentives will not help. Some areas where very large grants are in order deal with a nation's 'futures oriented programs.' There are many projects of serious strategic importance to a country's long-range development that will not achieve profitability for several years. In short, there are some very positive impacts that grants can have on a country's economy. On that basis I think the distribution of a potpourri of grants is a regrettable requirement if we are to compete internationally. That does mean that there is bureaucracy; there is the complexity of administering these grants. The simpler it can be kept the better though. Businessmen must know where the government stands. However, as the economy gets going in microelectronics, I think that movement over time towards less grants would be desirable."

While the view that the greatest economic opportunities presented by microelectronic technology are in the areas of chip applications and computer software, many felt that chip manufacturing capability was of strategic importance to the economy and should be a priority concern of government. The need for custom designed chips in vital areas, such as military equipment and capital goods, was noted. Another source of concern for chip manufacturing derived from industry trends which portend shortages of chips.

One participant felt that a program to establish a systematic distribution of grants to smaller businesses and particularly to new entrepreneurs was required to prevent a "new wave" of imports in applications. This proposal for direct government intervention to new entrepreneurs resulted from the economics of the computer industry. Since speed of development was a criteria for success, an essential aspect of this new approach to economic planning would be an expeditious administration of the grants. Once small innovative firms are profitable and well established, traditional financing would be accessible, tax incentives could promote their growth and other less inter-

ventionist methods could be applied:

> "It is well known that the international supply of applications is going to be vast. If we are not careful with our approach to promoting the microelectronics industry we are going to face a serious balance of trade problem. Sure it is important to manufacture chips in Canada. After all, with things so wide open in applications we might soon find that a 'raw' microelectronics industry is critical to growing an applications industry because of a guaranteed supply. But I still think that applications is a critical area. The question is, how do we promote applications? I think an easy way to do this will be through small companies and new companies. I think the economics of applications have dramatically changed and will stay this way for 10 to 15 years. The concept of an 'electronic cottage industry' is discussed in Toffler's book The Third Wave. I think he has hit on a very important trend there, not only from the use of the home computer, but also from developing applications from computer chips. Particularly in the area of the single purpose non-interfacing, minimal interfacing or interfacing to some standard, there is going to be a tremendously wide set of opportunities.
>
> "With these kinds of opportunities in applications I strongly agree with others who say that the government should be more aggressive in their promotion of small business. The government has got to get in on the early stages of a small firms development and show them that the government is accessible. We have to minimize the time from the initial conception of an application to the marketing of that product. The grants should be administered as quickly as possible because there is a whole range of applications where success is a matter of getting a simple idea developed and marketed before the competition. Things are so wide open in so many areas that if we do not develop more applications and develop them first, I think we are going to see some incredible trade imbalances."

One participant felt that it would be impossible to successfully implement a special program to systematically allocate grants to small businesses:

> "If you look at bureaucratic problems within any large organization, you cannot possibly expect them to successfully pick out, say, one company a week from the many, many

> thousands of applications they will inevitably receive every year. It is absolutely impossible. There is not an organization in the world that can correctly assess the potential of all those firms under the time constraints imposed by the market. The whole history of economics shows that the free market forces are the ones that move fast. Bureaucratic organizations move slowly and I think that has been proved time and time again. To ask the government to get an agency going directing applications in the fast moving microelectronics industry is simply ridiculous.
>
> "When considering giving grants to new enterprises, people with new ideas and so forth, I think that we should be careful to make sure they are committed to developing the product. If someone walks into IT & C with only a good idea that is not the stage to start tossing grant money about. At that point I think counselling is needed about what the bigger picture is: the broader market context, and how to get regular financing. If you start providing money right at the stage of the initial conception, we may end up with a bunch of people who will develop an application for the sake of getting a grant and not with the intent of marketing an end product. You might say that a firm should have to 'make it to first base' to qualify for a grant."

Most participants, however, thought that a special effort must be made to get grants to smaller businesses. These participants felt that if the granting body was set up in a non-bureaucratic manner a successful program for small businesses could be implemented. Reference was made to the Industrial Research Assistance Program (IRAP) grant program administered by the National Research Council:

> "The IRAP program is unique in the government for two reasons. First it involves very few people, and they are allowed to act decisively in a matter of weeks. Second they tend to look for small firms who have real growth potential but do not really have very much credibility with investors or other government departments. Another reason they are unique is their success. An excellent example of how small businesses can be helped is the case of Mitel before they got going on their PBXs. Two or three people assessed the project, assessed the risk and then quickly stepped out. Granting bodies can be fast and successful risk takers if they are set up for the task."

This view was shared by several participants. It was suggested that the government should take the time required to properly structure, mandate and fund such an agency:

> "Let the government take as long as it wants to properly structure the bureaucracy. Give a small group the funding and mandate it needs; keep their ground rules simple. If this is done the government can reduce a granting body from a bureaucracy to a small working group who can get applications out there in time to get the growth we need."

The world electronics market is international nature and with the notable exception of Japan, the major industrial nations have seen their electronics imports continually increase over the last ten to fifteen years. While most countries more or less balanced this trend by increasing their exports, Canadian exports have not kept pace with the tide of imports.

Because of the need to compete in the world market, it was suggested that any agency distributing grants to small businesses would require up-to-date knowledge of world market opportunities if it is expected to "pick winners" on a regular basis. One participant felt that the extent of international competition underscored the need to adequately mandate and fund granting bodies so they can underwrite numerous small business risks:

> "If we are going to give grants to small businesses, those businesses had better have something special to offer in the international market. With trends in trade today products have to be internationally competitive. Many people feel that Canada cannot win 'slugging it out' in world markets. I agree; we should try to avoid the 'battles' because there are so many different applications that are going to be developed. We do not want to compete on the basis of developing better products than the tough competitors. We want to approach the international market with new products; we want to serve unique needs. As the winners in applications are going to be firms who can get their product to the international market first, the decision-making team in a department should ideally be very involved in international channels of

> distribution. But, more importantly they will require very sophisticated world industry intelligence so that they can spot the winners; the real opportunities. Too often the criteria for handing out grants has been, 'is this firm going to be a success.' I think the criteria for evaluation should change to 'is this going to be one of the many firms that will be finding a big niche in the international market'. The government should be taking a lot more risks at this level."

Tariffs

The need to speed up the reduction of Canadian import duties for electronics goods was spelled out by several participants as it was alleged that many areas of Canadian electronics are being "slowed down" because of the effect of the tariff on the costs of their import requirements.

However, a need to continue with a gradual reduction in tariffs was brought about by the rapid growth in the number of Canadian manufacturers of stand-alone microcomputers. As a result of this growth, the Canadian Advanced Technology Association (CATA) reversed its earlier position of advocating a total reduction of tariffs on electronic goods. When the Department of Finance proposed the tariff's elimination in 1979, CATA lobbied for the protection of its new members:

> "The reason why CATA changed its position on the tariff issue is that the industry changed. When the Tariff Board did a study of the industry from 1972 to 1973, Canadian computer manufacturers were non-existent. The market for mainframes and minicomputers was being serviced by foreign technology with the singular exception of Control Data Canada Ltd. which was quite prepared to compete internationally without the tariff. So industry consensus at the time was that a zero tariff rate was appropriate. Between that time and August 1979, when the Department of Finance circulated their proposal to bring the rate down to zero, we saw the advent of a Canadian computer industry; not mainframes and minicomputers, but stand-alone microprocessor-based computers. Logic One, Phase I, AES Data, and Micom are all organizations that did

consensus that the increasing international electronics trade offered new opportunities for the Canadian manufacturing sector. Furthermore, many participants argued that these new opportunities called for the establishment of an export consortium for electronics manufacturers:

> "Generally, a company today that is going to be significant in this industry has to operate worldwide because of the restrictive nature of the Canadian marketplace. The best way to do this is to attempt to establish a market niche of distinctive competence; something a multinational corporation would not be interested in. There are many niches within this dynamic industry. If there is a million of something required a year it probably will not be done competitively here in Canada; especially if the lead times on that particular product are fairly long. On the other hand, if there is ten to fifty thousand of something, with short lead times, with fairly rapid changes in technology, there are opportunities for Canadian industry if it moves a little faster than international competition, if it relates to the customer, if it works with them and if it is flexible.
>
> "The rapidly changing nature of this business provides opportunities for the Canadian industry that perhaps the multinationals are not capable of addressing. A domestic industry oriented towards that particular kind of opportunity can be very effective. We have had some success in exports of this type. Generally when a firm looks outside of Canada the question arises of marketing capability and marketing competence. I think we have some problems in that regard in Canada. Many Canadian owned and Canadian based companies that venture into the export market face the same problems and make the same mistakes. This is costing the economy a great deal. I know that the government has been working in this area, but in this case, a special export consortium for Canadian electronics should be established. We cannot duplicate efforts if we are going to survive this increasingly international business."

Unlike most sectors of the Canadian electronics industry, Canadian manufacturers of telecommunication equipment are quite active in world markets. Yet it was noted they often encountered great difficulty in world marketing because of the highly monopolistic or nationalized telecommunications service industry. Canadian firms that are world leaders in computerized switching machines have been able to

penetrate some protected foreign markets either by selling equipment or the rights to manufacture the technology.

While the ownership structure of the telecommunications industry was the exception rather than the rule, participants noted the tendency for world markets to be closed by various non-tariff barriers:

> "Unquestionably, there has been a general trend towards the reduction in tariffs which I think is positive. In many respects, however, the ease of entry into marketplaces does not involve tariffs. In terms of protected home markets certainly a reference to Japan is in order. There, the protection of the home market has been the basis for the development of many industries, for example, the electronics industry and the automotive industry. This approach appears to be spreading to other countries and probably it has always been the approach in the case of most of the telecommunications markets in the industrialized countries. One has to be aware that the opportunity to participate in these markets, even with the reduction in tariffs, is not necessarily increasing."

Robots Market

Developing Canada's ability to manufacture robots is a matter of urgency. Factory automation in the form of robots is having an increasing impact on the world economy. It was felt that Canada should be more involved in the manufacture of robots, and the government's failure to respond to these new developments in production automation was regrettable.

The United States has one of the largest world markets for robots and Japan is their major foreign supplier. Participants felt that Canada could easily out-perform the Japanese in competing for a share of the rapidly growing US robot market, and consequently the world market.

If Canada develops a strong political and economic will then world-class Canadian skills in microelectronics can ensure our competi-

tive position. If Canada fails to respond to the challenge, Canada's geographic and cultural advantages with repect to the US market will be lost:

> "A lot of people feel it is important to identify areas where Canada has a national advantage in microelectronics technology. As a result we often get into discussions in Canada concerning our strength in telecommunications. I do not know about that. I have the feeling things are wide open and eventually everyone is going to try to enter everyone else's markets. All the western industrialized nations are essentially doing the same sort of things and I cannot identify one application that others will not go after. In other words, I feel that no matter what areas of the technology we get involved in we will have to compete in the world markets. I think that our major opportunity is our unique advantage in competing against the world for the US market. Now we have seen that the Japanese have come along with leading industries in cameras, then televisions, then cars and now computers.
>
> "So what is next? Robots are their next target. But what is interesting for Canada is that the US will be a major target market for the Japanese. Just examine the disadvantages they have compared to us. Here is Canada, we not only speak the same language, and so forth, but a big section of the US market is in the north-eastern states. Competing for these states we have advantages even over the people building robots in California. I am absolutely sure that in inventing and creating robots we are as competitive as the rest, and with respect to US markets we have many advantages. Where we are constrained is at the level of the environment in Canada, the high duties, the lack of market support for the industry essentially the whole political economic climate. It is not a question of ability it is a question of will."

During the workshop one participant predicted that the Canadian government either would not, or could not, develop an integrated "total program" which could compete with the integrated "political marketing" support the Japanese government provides its robotics industry. He argued that Canada must implement a comparable political marketing plan if it wishes to survive world competition.

Research efforts in universities, centres of excellence,

industrial grants, and the initiatives undertaken by the federal department of Industry, Trade and Commerce, especially its CAD/CAM Council, were regarded as important. However there was general agreement that the many initiatives should be linked together to form an overall strategy or plan for action:

> "I think that the many initiatives of government are very commendable. However, I believe that the government will fail to realize the kind of response that is necessary in this area. The government will likely acknowledge that an advantage can be gained by starting up some sort of research program. Well, this is just not the way to do it. For example, in the Globe and Mail this morning there is an article entitled 'Demand for Japanese Robots Expected to Rise by 30% This Year.' The article contains a graph showing a tenfold increase in the use of robotic devices in manufacturing between 1978 and 1985. But why are they so successful in this area? It is simply because they identified this obvious area of strategic economic importance and said: 'Let's go at it. Let's have a total program.' What they have done with robots is exactly what they have done in about five different industries over the last 20 years: they have taken a coordinated approach to it. That is the type of international competition we are currently facing. It is the ability to nationally integrate capital investment, research and development and marketing. If you are a company you would not just spend money on R & D without having a marketing plan. So the government must have a marketing plan and politically, the government must support the plan. The Canadian government must understand that our electronics industry is competing with foreign governments."

Canadian Government Purchasing

There was consensus that the market represented by government purchasing was underutilized as a tool for developing economic growth in high technology. Participants noted a contradiction between the professed objectives of the government and the failure to effectively utilize their own purchasing powers to achieve these objectives. One participant suggested a role for government in influencing domestic purchasing, because the legitimacy of policies to influence private purchasing

were contingent on the substantial exercise of the leverage offered by government purchasing:

> "When looking at how we can influence people in Canada to direct more of their purchases to Canadians, I think the answers, or at least the problems become very clear.
>
> "As in every other country, there are three major markets in Canada; mass consumer, industrial/commercial and government. As we have already discussed, the mass consumer market in Canada is too small and we would be competing directly with countries like Japan and the US. While there are some opportunities in this area where we are unique, for the purposes of this discussion it is best ignored. The public sector market is very large in Canada and constitutes between 30 to 40 per cent of our GNP. And yet, despite this fact, and despite the whole question of governments competing in microelectronics, Canadian governments have done an extremely poor job of harnessing that market to stimulate Canadian industry. We also have a very large industrial commercial market that depends very much on the decision of businesses. It is quite interesting to note that most people here do service the industrial commercial market rather than the consumer market.
>
> "So when we look at the business environment, I think we must ask ourselves 'how can we influence those decisions?' Overall though, I think we have to be more critical of the government. Business is perfectly legitimate in saying to the government 'If you will not use your own purchasing to stimulate us, do not start making policies to influence our purchasing'."

Proposal for a Buy-Canadian Law

Objections to the proposals for "buy-Canadian" regulations were numerous. Most objections concerned the impracticality of using regulations to define "Canadian" because of the diverse contributions of multinational corporations to the Canadian economy. However, several participants objected because of the implications of purchasing regulations for a free and competitive world market in electronics. One participant expressed concern that his major export market in the US might be cut off through retaliatory measures by the US government. He

argued that those in favour of purchasing rfegulations were either ill-informed or short-sighted with respect to our future export prospects.

The proposals for more nationalistic government purchasing were also seen as running counter to efforts in the GATT negotiations to limit their use:

> "Under the GATT negotiations there is now an international agreement dealing with national procurement policies. It will at least partially restrict the signing members with regard to the extent they use buy-domestic legislation. As I read the agreement I believe it says there should be no discrimination. It is also supposed to a quid pro quo arrangement so it should be fair to everyone."

However, the efficacy of an international agreement for reducing protection was questioned by a participant who had experienced informal discrimination in the US. He felt the international agreements were not effective with governments who are attempting to develop their domestic industries. Furthermore, like many other participants he noted that the US government already had buy-American legislation in effect.

Many participants felt the objections based on considerations of free trade were naive. They argued that Canada has for too long played the role of the "boy scout" in international trade because the government has not responded to restricted foreign markets:

> "I do not know why anyone should adamantly oppose a buy-Canadian policy because they sell to the US. After all they have a buy American law. Even besides the areas that law covers there are many situations in which a Canadian company cannot even bid for a job in the United States, whereas the reverse is not true in Canada. American companies are allowed to bid, and win, Canadian jobs. We should react to this. If people are against a buy-Canada policy, or act, or whatever, because of fear of retaliation, I think that is the wrong reason to be against it. In international trade people do not behave in a gentlemanly fashion."

The majority of the large electronics companies in Canada are foreign owned. Because of this many participants felt that the definition of "Canadian" could pose some serious problems. Many products that multinational corporations offer for sale are not among those that have been selected for Canadian production. Furthermore, the cost of setting up various types of activity in Canada are not economically justifiable for multinationals. As a result Canadian content rules could discriminate, not on the basis of corporate behaviour, but rather, corporate ownership:

> "I have always had a quarrel with past attempts at trying to define what 'Canadian' is. I certainly cannot see ownership as a major criterion today. Let me briefly explain. We talked earlier about the multinationals becoming more rationalized. To give credit where credit is due, years ago IT&C was instrumental in creating an environment for these rationalization programs to develop. Now look at our company. We rationalize our production; we have 3 000 Canadian employees, we do not have an officer in the company who is not Canadian; and we do not transfer any profits out of the country. If 'Canadian' content criteria are applied to our products then just because the particular product being procured was not part of our rationalized production in Canada we are penalized. If we are not a 'Canadian' company, a buy-Canadian act would be very unfair to some very good corporate citizens."

Some participants felt that the problems of definition were insurmountable, and that the act would inevitably discriminate according to corporate ownership and ignore the extent of the rationalization process. The sheer volume of purchasing was seen to be unmanageable through regulation. However, one participant pointed out that the present buy-American regulations could be clearly defined:

> "I am very much against the whole idea of creating these barriers to trade but I do want to remind everyone that the United States some very clear buy-American legislation in effect. These restrictions are presently hurting Canadian companies. For instance, by law, all transit companies in the US must source any purchase worth more than 500 000 dollars from an US company as defined by the buy-American

> act. That act defines very carefully what an 'American' is. If we must look for definitions of what a 'Canadian' is we really only need a copy of that definition to see what would be appropriate."

Maximizing Canadian Value-Added: Negotiation vs. Regulation

More traditional means of using government purchasing to maximize growth in Canadian electronics were also discussed. It is not uncommon for governments to find themselves comparing the industrial offsets of various contract proposals from foreign-owned firms. Depending on the nature and size of the contract, multinationals find rationalization programs economically justifiable. It was argued that the governments should continue to rely on the method of negotiation to secure concessions. If Canadian content rules are used, they should be flexibile so that the economics of particular investments can be considered fairly:

> "I think it is open to any government, whether national, provincial or municipal, when undertaking a single major procurement of such magnitude that they have the leverage to negotiate, to use that leverage to their advantage. They should indicate that bidders will be evaluated on the amount of Canadian value-added offered in the request for a proposal. Our own company has been involved in a few such programs where the government will negotiate with bidders in this way. We have accepted some programs because we saw that the market was big enough and the business was discrete enough to justify setting up a facility. How can an enforced buy-Canadian act, with Canadian content definitions, or whatever, take into account the economics of different rationalization programs for different purchases? They would have to be administered very judiciously. For the sake of their own interests as well, regulations can potentially cut governments off from what technology is available."

Orienting Government Purchasing for Domestic Innovation

Most participants called for new approaches to public sector purchasing. They argued that in an age of innovation, government purchasing must be used to create new innovations rather than to establish available technologies within Canadian borders. By requesting proposals

from the private sector for domestically developed innovations, the government need not worry about the relative size of its market because in many cases the world market for that innovation does not yet exist:

> "A buy Canadian act would not be a short sighted policy if the government provides us markets for innovation. And I think it is essential that they understand we want markets for products and services that do not presently exist. Today the government is requesting industry to innovate, offering incentives for industry to innovate, and so forth. Hopefully, they will see how it stands to reason that when you request innovation, you should provide a market for innovations. The potential government markets in this country are as wide and varied as the potential for new products and new systems. I am very strongly in favour of this kind of government purchasing being directed to Canadian firms. As far as I am concerned, any company can be a 'Canadian' company if we ensure that the knowledge and expertise as well as the products and services are developed in Canada. If the government would get going on this we would soon be selling these innovations in the international markets quite competitively. However, this program will only be successful if we set out to develop technology that does not exist or is very much in the experimental stage."

Public Sector Productivity

Increasing the quality and reducing the costs of government services were additional arguments for substantially improving government purchasing procedures. The government was called upon to look for innovative solutions to their present operational requirements:

> "The microelectronics industry is really not comparable to any other industry in terms of its potential to benefit this country. We are always speaking of how terrible the effect of the public debt is on the economy. If the government would closely examine what the technology can do, it would see that many different innovations can be developed which would improve their operation. Microelectronics gives us the ability to provide the government with new services and new products which can be designed to improve efficiency and improve the quality of service in the entire public sector. I think that microelectronic innovations are badly needed if the government intends to get the balance between public and private expenditures into any sort of reasonable shape. The

> government should simply invite companies to take a look at what they are doing in such large and costly areas like defense, transportation, health, education, and of course, offices. If this was done, the government would be faced with a wide variety of opportunities to provide high quality service at lower cost and also be faced with the same number of opportunities to develop this industry very rapidly."

Government Warranties For Canadian Suppliers

The problem of "brand loyalty" is a major obstacle to increased private procurement of Canadian technology. Large multinational suppliers are able to supply producers in the Canadian private sector, irrespective of the relative cost-effectiveness of a Canadian supplier. One suggested solution was the establishment of warranties for Canadian suppliers who are both technically and cost competitive:

> "The objective of having private industry purchase Canadian innovations is not going to be achieved until we solve what is often an advertising problem. It is really not much different than selling hamburgers. Assuming that Harvey's hamburgers are better than McDonald's hamburgers, we do not expect people to necessarily switch to Harvey's. What about the strong advertising efforts of McDonald's, the very large image and tradition which is established and reinforced? Now if you look at a multinational computer manufacturer, in some cases you will find that he is not being successful selling here because of his product, but rather, the strong image of success and years of tradition with Canadian purchasers. So the Canadian may be faced with people viewing his product as a risk, when it is in fact a superior product. Perhaps if a department like IT&C could develop a policy of providing warranties for proven Canadian products, people would not unnecessarily pass a Canadian source because of image alone. First rate Canadian products should have equal opportunities."

The Multiplier Effect

Considerable support was expressed for promotion of the microelectronics sector by the use of monetary incentives to eliminate any extra costs involved in sourcing large private requirements in Canada. The formula for renumeration could be based on the estimated

national losses incurred by not purchasing in Canada:

> "At the Department of Supply and Services, they have a unique Canadian value-added formula. In large procurements it offers very sophisticated evaluation criteria for determining from whom to purchase. It takes into account the R&D that will be done in Canada in bringing the product to market. It also compares the amount of manufacturing that will be done here with the amount of product that will be imported. In looking at the imports the formula takes into consideration the fact that a lot of equipment can not be economically produced here. So it is not a simple "bottomline" evaluation. It takes in many other considerations. It would strike me that what is needed in Canada is a broader application of that formula. In fact it could be applied in the private sector because we can use the formula to determine if it is worth the cost to Canadian society of government paying the difference in a firms costs if it sources domestically.
>
> "A early trend in this direction has developed recently. The Bureau of Management Consulting in DSS did a study on behalf of the Department of Communications, into the average cost to the economy of buying an off-shore made product. They determined that, all things being equal, buying a Canadian product over a wholly imported foreign product would require that the foreign product be priced 76 per cent higher than the Canadian product. The overall multiplier effects on the national economy was that you could spend 76 cents more for every dollar in Canada and still be money ahead - money that you do not spend on the employment insurance program; money that you do not spend on somebody else's profits. The money stays in Canada.
>
> "While the accuracy of the statistic can be disputed, it did lead to the announcement of a program in April 1979 called the Source Development Fund, specifically designed to pay the differential between our products and off-shore products if the product was designed and manufactured in Canada. This should be broadened to include private purchases from Canadian companies."

Throughout the workshop participants made comparisons between the integrated national strategy of Japan and the fragmented national strategy of Canada. One advocate of a national strategy summarized what he saw as Canada's best alternative:

"I do not believe I can agree with many of you who are in favour of a buy-Canadian policy. I agree with the cocnept but I would change the law to 'buy-Canadian first;' if it is a working product. The Japanese have the philosophy,'if it is made here we will not import it.' Price is not their concern. The only reason they will import products is if they do not make the product themselves and the product is needed by the country. This is exactly what we should be doing. I am sure that when the Japanese got started in cameras they were poorly made. As with so many of their products people used to say 'it is made in Japan' as if that was a real problem. Well not anymore. They went through a learning curve. If we do not go through a learning curve we will not develop a base for the future. Obviously we are going to have to take some risks if we are going to start doing enough development in Canada. We do it every day to make our corporation grow. We develop many of the things we could buy for less. We take risks, but we look for the 'ripple' effects; the less measureable benefits. After putting some time into developing a product, all the ripple effects make the money we might have saved by buying this product seem ridiculous. So if we are looking at the national 'corporation,' let us not be penny wise and dollar foolish."

VI CONCLUSIONS

Microelectronics has profoundly changed the definition and potential of the electronics sector of Canadian industry and its impact will be felt throughout the entire Canadian economic and social system.

A decade ago, electronic systems were found in the home in TV sets, stereo equipment, tape decks and the like; in the office in computers used in accounting, marketing and finance departments; and in information storage and retrieval systems.

Today microelectronics technology is used in factory automation in both CAD and CAM; in offices through word processors and mini and microcomputers; in areas where large volumes of information are processed, such as hospitals, legal systems, transportation control systems, libraries and information disseminating departments; and in the home in appliances, entertainment systems and home computers.

Many of the comments made by workshop participants apply to other sectors of the Canadian manufacturing industry and some of the proposals for government intervention and support are insoluble or potentially contradictory in their application. However, the report illustrates the magnitude of the potential of microelectronics technology, and the role it can play in the Canadian economy.

If Canada is to take advantage of the opportunities afforded by the microelectronics revolution, there are a number of areas where industry, university and government must cooperate to promote the Canadian microelectronics industry so that it is able to compete with that of other countries.

Cooperation must start in the universities. Canadian universities are not at present able to supply the industry with the numbers of skilled personnel it needs. Proposals put forward at the workshop to overcome this deficiency included structural changes to the computer sciences and engineering faculties of universities so that students can obtain both hardware and software skills; more cooperative courses like those offered at the University of Waterloo to provide students with both theory and industrial practice; more government funding to universities to provide "centres of excellence" to conduct research at the universities; improved management training for prospective innovators and entrepreneurs; and more opportunities for freer flow of personnel between university and industry.

There must also be cooperation within the industry itself. The direction the industry should take in chip manufacturing and the disadvantages and advantages of general purpose chips and custom chips were discussed. There appeared to be consensus that because of the size of the Canadian market, promoting custom chip manufacturing would be of greater long-term benefit to the industry. However it was stressed that there is a worldwide chip shortage and Canada should take steps quickly to become much less dependent on foreign chip suppliers. Self sufficiency applies as much to the microelectronics industry as it does to the oil industry.

Foreign-owned multinationals have long dominated Canadian industry and have usually conducted most of their R&D in the parent country with the result that percentage of the GNP spent on R&D in

Canada is one of the lowest of the industrialized nations. It was emphasized at the workshop that multinationals in the microelectronics industry must be encouraged to conduct more of their R&D in Canada because of the benefits that would accrue to the industry as a whole in terms of Canadian expertise and export capability. Encouragement could be in the form of tax incentives and changes in the tariff structure.

Foreign ownership is also a barrier to vertical integration in the industry. The foreign-owned companies tend to source their chips, hardware and software needs from the parent company or another subsidiary of it. Changes in the industrial structure to encourage more vertical integration between Canadian companies were discussed. Ways should be found of overcoming the barriers to vertical integration.

The microelectronics industry is not just competing with foreign companies. In Japan and in many European countries the governments take an active role in heavily promoting their microelectronics industries, so that individual Canadian companies are competing with national governments. If the Canadian microelectronics industry is to thrive in Canada, the Canadian government must take the same active role. Efforts to date are insufficient when other countries are pouring billions of dollars into promoting their own microelectronics industries.

In summary, proposals for more government involvement put forward at the workshop included expansion of Canadian custom chips manufacturing capability with government support; concentration on improving Canadian expertise in the robotics industry to take advantage of the expanding market; tax incentives to promote R&D and to assist with the high initial costs of starting up high-technology companies; incentives to universities to do more industry-related research; revision of the immigration laws to allow skilled workers from other countries to work in the industry; tariff changes; changes in govern-

ment purchasing so that the government obtains more of the equipment it needs from Canadian companies; and a buy-Canadian law similar to the buy-American law in the United States.

These proceedings demonstrate the enormous potential of microelectronics technology, and we hope they will encourage more debate on the impact the technology will have on Canada and Canadians, and the steps that must be taken if the industry is to survive.

Participants

Mr. Dick Ball,
Vice President - General Manager,
Information Systems Division,
Honeywell,
Don Mills, Ontario.

Mr. John Beadle,
Computers and Micro-electronics Branch,
Electrical & Electronics Division,
Industry, Trade and Commerce,
Ottawa, Ontario.

Mr. Art Benjamin,
President,
Art Benjamin Assoc.,
Don Mills, Ontario.

Mr. Pierre Bernier,
Economics Branch,
Department of Communications,
Ottawa, Ontario.

Dr. Michael Cowpland,
President,
Mitel Corporation,
Kanata, Ontario.

Mr. D.J. Doyle,
President,
Digital Equipment of Canada,
Ottawa, Ontario.

Mr. K.S. Hoyle,
Assistant Vice President,
Long Range Planning,
Bell Canada,
Hull, Québec.

Mr. Gordon D. Hutchison,
President,
Evert Communications Ltd.,
Ottawa, Ontario.

Mr. William Hutchinson,
William Hutchinson & Co. Ltd.,
Willowdale, Ontario.

Mr. R. Ide,
(Chairman of Computers/Communication Committee),
Scarborough, Ontario.

Dr. J. Kates,
Josef Kates Associates Inc.,
Toronto, Ontario.

Mr. John Lockyer,
Vice President,
Technology and Research,
Spar Aerospace,
Toronto, Ontario.

Mr. Grant Murray,
Vice President, Legal Council,
IBM Canada Ltd.,
Don Mills, Ontario.

Mr. Norm Ostiguy,
Director, Marketing,
CNCP Telecommunications,
Montréal, Québec.

Mr. Colin Patterson,
President,
Gandalf Data Communications,
Ottawa, Ontario.

Mr. John Pollock,
President,
Electrohome Corp.,
Waterloo, Ontario.

Dr. Peter Robinson,
Policy Adviser,
Computer/Communications,
Department of Communications,
Ottawa, Ontario.

Mr. Jack Scrimgeour,
Consultant,
Technology Branch,
Industry, Trade and Commerce,
Ottawa, Ontario.

Mr. Stanbee,
Northern Telecom,
Toronto, Ontario.

Ms. Radmilla Swan,
Project Director,
Industry Branch,
Ministry of State for
Science and Technology,
Ottawa, Ontario.

Mr. Richard Taylor,
President,
DataCrown Inc.,
Willowdale, Ontario.

Dr. Marcelli Wein,
Director, Computer Graphics,
Computer Studies Division,
National Research Council,
Ottawa, Ontario.

Science Council Committee on Computers and Communication

Chairman of the Committee

Mr. T.R. Ide,
Information and Communications Technology
Scarborough, Ontario.

Members

Dr. D.A. Chisholm,
President,
Innovation and Development,
Northern Telecom Limited,
Mississauga, Ontario.

Dr. J. Kates,
Josef Kates Associates Inc.,
Toronto, Ontario.

Professor Tom McPhail,
School of Journalism,
Carleton University,
Ottawa, Ontario.

Professor James R. Taylor,
Department of Communications,
University of Montreal,
Montréal, Québec.

Dr. M.D. Vogel-Sprott,
Professor, Dept. of Psychology,
University of Waterloo,
Waterloo, Ontario.

Dr. B.T. Wigdor,
Programme in Gerontology,
University of Toronto,
Toronto, Ontario.

Observers

Professor Eric Manning,
Department of Computers and
Electrical Engineering,
University of Waterloo,
Waterloo, Ontario.

Mr. D.F. Parkhill,
Assistant Deputy Minister,
Research,
Department of Communications,
Ottawa, Ontario.

Science Council Staff

Dr. A.J. Cordell, Project Officer
Dr. C. Fortier, Chairman of Council
Dr. J. M. Gilmour, Director of Research
Dr. M. L'Abbé, Executive Director
Mr. L. Millin, Secretary of Council
Ms. J. Stinson, Research Assistant (until March 1980)
Mr. R. Micomonaco, Research Assistant (from April 1980)
Mr. C. Bossio, Research Assistant (from September 1980)
Ms. M. Kurchak, Workshop Organizer

Conseil des sciences du Canada

L'influence de la mutation microélectronique sur la branche canadienne de l'électronique

Compte rendu d'un Atelier tenu sous les auspices du Comité de la télématique du Conseil des sciences du Canada

Compte rendu 81/3F

L'INFLUENCE DE LA MUTATION MICROÉLECTRONIQUE SUR LA BRANCHE CANADIENNE DE L'ÉLECTRONIQUE

Compte rendu d'un Atelier tenu
sous les auspices du
Comité de la télématique du
Conseil des sciences du Canada

Novembre 1981

Le Conseil des sciences du Canada publie le compte rendu de conférences ou de séminaires réunissant des experts en divers domaines, en vue de disséminer leurs concepts et leurs opinions auprès des lecteurs intéressés. Les communications présentées et les opinions émises ne reflètent pas nécessairement celles du Conseil.

On peut obtenir gratuitement des exemplaires du Compte rendu de l'Atelier sur

L'INFLUENCE DE LA MUTATION MICROÉLECTRONIQUE SUR LA BRANCHE CANADIENNE DE L'ÉLECTRONIQUE

en s'adressant au:

Service des publications,
Conseil des sciences du Canada,
100, rue Metcalfe,
Ottawa, Ont., K1P 5M1

Copies of The Impact of the Microelectronics Revolution on the Canadian Electronics Industry are also available free of charge.

© Approvisionnements et Services Canada, 1981
n° de cat. SS24-14/1981F
ISBN 0-662-11597-X

TABLE DES MATIÈRES

Préface 7

I. Vue d'ensemble- Besoins et perspectives d'avenir 9

L'action envahissante des gouvernements étrangers 12
Le gouvernement canadien doit relever un défi nouveau 13
Les priorités de l'État 17
Nécessité d'encourager des secteurs entiers de l'économie canadienne 19

II. La microélectronique et l'apport des semi-conducteurs 23

La micro-informatique 24

III. Problèmes de la commercialisation des produits et systèmes informatisés et stratégie à suivre 29

Les microcircuits toutes fins 29
L'utilisation des microcircuits toutes fins 29
Les autorités canadiennes devraient-elles favoriser la fabrication des microcircuits au Canada? 30
Le problème de la pénurie mondiale de microcircuits 32
La dépendance à l'égard de l'industrie étrangère des microcircuits et la souveraineté canadienne 32

Les microcircuits hors série 33
Le problème de la fabrication sur commande des microcircuits 33
Les microcircuits fabriqués sur commande et la productivité au Canada 34
Le dossier de la robotique canadienne 36
La densification d'intégration des microcircuits hors série 38
Le développement des entreprises canadiennes de fabrication sur commande des microcircuits 39

L'organisation de la branche canadienne de l'électronique 39
L'intégration verticale et le développement concerté des produits 39
Le manque d'intégration verticale dans la branche canadienne de l'électronique 40
Les obstacles juridiques à l'intégration verticale 42
Le secret de fabrication, frein à l'intégration verticale 42
Le cas particulier de l'intégration verticale dans la branche canadienne des télécommunications 45

L'action de l'État en faveur de la fabrication des microcircuits au Canada 47
Les subventions de l'État 47
Les achats du secteur public 48
Groupements d'achat et autres stimulants 49
Coordination directe de l'activité des entreprises 50

IV. La pénurie des compétences 53

Les spécialistes en logiciels 53
Les applications des commandes automatiques 53
L'utilisation des unités de recherche documentaire 58
L'élaboration automatisée du logiciel 63
La politique d'immigration 64
La réduction sélective des crédits aux universités et leur financement 65

La formation des gestionnaires 68

La formation permanente 70
Les programmes de cours et stages alternés 71
L'amélioration des compétences 71

V. Pour stimuler le développement de la branche de la programmation 73

La situation de la branche de la programmation 73
Le logiciel en tant qu'activité du secteur secondaire 73
Les statistiques de la programmation 74
La coopération en matière de programmation: publication d'une liste de débouchés 75

Le financement des entreprises 76
Le rôle des établissements financiers 76
Le Fonds spécial de l'électronique 77
Les programmes de subventions 79

Les droits de douane 85

Les consortiums d'exportation 87

Le marché de la robotique 89

La politique d'achats du secteur public 91
Proposition d'une loi favorisant l'achat préférentiel au pays 92
Négociation ou réglementation visant à accroître la valeur ajoutée au Canada 94
Utilisation du pouvoir d'achat du secteur public pour favoriser l'innovation au Canada 95
La productivité du secteur public 96
Des garanties de l'État pour les produits canadiens 96
Un effet d'entraînement 97

VI. Conclusions 99

Liste des participants 103

Comité de la télématique auprès du Conseil des sciences du Canada 105

PRÉFACE

C'est pour évaluer les incidences des nouvelles techniques informatiques sur la société canadienne que le Conseil des sciences du Canada a lancé une étude majeure sur la télématique. Cette vaste étude portera sur diverses techniques informatiques. D'autres études portant sur l'avènement de la société "télématisée" sont également réalisées au Canada et à l'étranger.

Les techniques informatiques sont en progrès si rapide que le Comité de la télématique auprès du Conseil des sciences a décidé d'ouvrir une tribune où les experts en différents domaines pourraient débattre les incidences de ces techniques sur la société canadienne. Trois Ateliers ont été prévus, dont le second a porté sur "L'influence de la mutation microélectronique sur la branche canadienne de l'électronique". Le présent Compte rendu donne une vue synoptique des débats, et présente les problèmes, les défis et les choix auxquels la branche canadienne de l'électronique doit faire face. Nous espérons que le lecteur en tirera profit et encouragement.

Au cours des mois qui viennent, le Conseil publiera le Compte rendu d'un troisième Atelier, portant sur le thème des "Problèmes de l'enseignement programmé", afin de décrire l'état technique de divers aspects de la "mutation informatique". Il espère que les décideurs du secteur public et de l'industrie, de même que le public en général, acquerront ainsi une meilleure appréhension des progrès techniques

réalisés et de leurs incidences sur les plans social, économique et politique.

Cependant, ces Ateliers ne constituent qu'un volet du programme d'activités et de recherches en cours de réalisation. Le Conseil des sciences a déjà publié trois documents, dont le premier a été traduit. Il les fera parvenir aux lecteurs intéressés à titre gracieux. (La télématique: information de la société canadienne, octobre 1978, A Scenario for the Implementation of Interactive Computer-Communications Systems in the Home, juillet 1979, et The Impact of the Microelectronics Revolution on Work and Working, juillet 1980).

Bien que ces Ateliers, organisés par le Comité de la télématique, se soient déroulés sous les auspices du Conseil des sciences du Canada, il faut noter que les opinions de leurs participants ne sont pas nécessairement partagées par le Conseil ou par le Comité. Il ne s'agit ici que de présenter ce qu'on sait et ce dont on discute, de délimiter les domaines où il faut entreprendre des recherches et, par-dessus tout, de nourrir le débat public sur cette question brûlante.

Je crois que le présent Compte rendu répond à ces espoirs. Les observations de ses lecteurs seront bienvenues.

James M. Gilmour
Directeur de la recherche
Conseil des sciences du Canada

VUE D'ENSEMBLE - BESOINS ET PERSPECTIVES D'AVENIR

La microélectronique est l'une des nouvelles technologies qui se développent le plus rapidement, et ses incidences se font sentir dans tous les secteurs de la société canadienne. Comme toutes les nouvelles filières techniques, la microélectronique a ouvert de tout nouveaux secteurs d'activité économique, et elle a remplacé un savoir-faire désuet en d'autres domaines.

C'est peut-être en ordinatique (computer technology) que la microélectronique a eu la plus profonde influence. En réduisant les coûts de fabrication des ordinateurs et en améliorant leurs possibilités, elle a permis non seulement aux grandes entreprises, mais également aux petites, de se procurer des ordinateurs à un coût raisonnable. Ceux-ci se répandent aussi de plus en plus dans les foyers canadiens.

La microélectronique se diffuse très rapidement dans les applications informatiques et les innovations s'y multiplient.

Ce sont les conséquences de ce développement de la microélectronique pour la branche canadienne de l'électronique qui ont constitué le thème d'un Atelier récemment organisé sous les auspices du Conseil des sciences. Les participants, qui provenaient des secteurs industriel, universitaire et public, ont examiné comment le Canada pourrait tirer parti des possibilités offertes par la fabrication et l'utilisation de dispositifs microélectroniques et par le développement éventuel des branches du matériel informatique et du logiciel. Ils ont aussi

étudié les effets de la concurrence à l'intérieur du pays et à l'étranger, les changements structurels ou organiques qui permettraient d'accroître le pouvoir concurrentiel de l'industrie canadienne à l'exportation, l'attitude des établissements financiers et de l'Administration en faveur de la fabrication de matériel informatique et de l'élaboration de logiciel, la disponibilité de main-d'oeuvre spécialisée et le désir du gouvernement de promouvoir la branche canadienne de l'électronique.

Tout au cours de l'Atelier, les participants ont envisagé les effets de ces facteurs sur la branche canadienne de l'électronique, ainsi que la croissance et les changements qui en résultent. Un intervenant a signalé que: "Même au Canada, le développement de cette branche et la croissance numérique des entreprises au cours des cinq dernières années sont stupéfiants".

Cependant, les participants ont souligné que la sécurité économique du Canada dans l'avenir exigeait une expansion encore plus rapide de cette industrie. Il s'agit là de l'équivalent d'une nouvelle "ressource naturelle". Mais il faut que l'Administration mette d'urgence sur pied un vaste programme encourageant la diversification de la branche de l'ordinatique pour éviter que le Canada ne devienne trop dépendant de l'étranger en ce domaine.

Le développement rapide de la micro-informatique (micro-electronic computer technology) à l'étranger cause un déficit croissant à la balance commerciale du Canada, au titre des biens électroniques. Ce déficit annuel est passé d'environ 300 M$ à plus de 1,2 G$ (milliard de dollars) de 1966 à 1976. Seulement trois ans plus tard, il atteignait quelque 2 G$. On croit donc que le déficit de la balance commerciale canadienne au titre des biens électroniques croîtra considérablement à mesure qu'ils prendront une place plus grande dans les échanges internationaux. Une extrapolation quinquennale indique même que le déficit au titre de certains dispositifs électroniques dépassera deux fois le déficit actuel au titre de tous les biens électroniques. M. Francis

Fox, ministre des Communications, a souligné récemment que, vers 1985, le déficit annuel de la balance commerciale au seul titre du matériel de bureau atteindra de 4 à 5 G$. Même en matière d'équipement de télécommunications, domaine qui constitue le fer de lance de la branche canadienne de l'électronique, le déficit commercial continue de s'accroître. En moins de dix ans, les importations canadiennes de matériel électronique sont passées de centaines de millions à plusieurs milliards de dollars.

Les participants ont cependant fait ressortir que l'aide au développement de la branche canadienne de l'électronique ne viserait pas seulement à réduire le déficit correspondant de la balance des paiments, ou à accroître le nombre des emplois dans cette industrie; il s'agit d'étayer la productivité de larges secteurs de l'industrie canadienne et d'accroître leur pouvoir concurrentiel sur les marchés étrangers. La micro-informatique est utilisée pour réaliser les organes de commande et d'accomplissement de fonctions complexes dans bien des appareils qui ne sont pas normalement classés comme production de la branche électronique. De nombreux fabricants hors de cette branche estiment que leur avenir dépend de l'introduction rapide de dispositifs informatiques dans leurs produits, à un coût concurrentiel.

La productivité de presque toutes les entreprises canadiennes et l'efficacité de bon nombre de nos établissements privés et organismes publics dépendent aussi de la mise en oeuvre d'appareils micro-informatiques novateurs. Partout dans le Monde, les dispositifs microélectroniques permettent de développer la conception assistée par ordinateur (Cao; en anglais: CAD), la fabrication assistée par ordinateur (Fao; en anglais: CAM), la manutention électronique du courrier, les réseaux électroniques de virements bancaires, les réseaux de télécommunications peu coûteuses par satellite et les installations informatisées de régulation de la circulation. L'utilisation des ordinateurs pour le stockage, le traitement et la recherche de grandes quantités de données

se développe rapidement, et la microélectronique permet d'accroître la productivité comme on ne l'avait jamais envisagé.

L'action envahissante des gouvernements étrangers

L'accroissement de la productivité par l'innovation micro-informatique est d'importance considérable. Si l'industrie canadienne prenait du retard en matière de développement et de mise en oeuvre de la filière micro-informatique, certaines entreprises devraient fermer leurs portes et licencier leurs travailleurs; l'économie en serait fortement ébranlée, et la balance commerciale accuserait des déficits à tous les titres.

Étant au courant de la concurrence internationale de plus en plus intense pour la fabrication et l'utilisation de nouveaux dispositifs micro-informatiques, les participants à l'Atelier ont exprimé leur conviction que ceux-ci fournissaient à la branche canadienne de l'électronique la possibilité de maintenir le niveau de vie des Canadiens. L'un des intervenants a déclaré que l'Administration canadienne devrait d'urgence mettre en oeuvre un vaste programme d'encouragement de la branche de l'électronique:

> "Pour assurer au Canada un bon rang parmi les pays industriels au cours des années 1980, il faudrait que le gouvernement soit convaincu de la nécessité de développer très rapidement le potentiel micro-informatique du pays".

Les participants ont signalé l'action hésitante du gouvernement canadien en cette matière, alors que ceux de la plupart des grands pays industrialisés mettent en oeuvre des mesures énergiques. Ils ont pris conscience de la nécessité d'aider leur industrie électronique à acquérir le potentiel technique nécessaire et à s'ouvrir des débouchés à l'exportation. La plupart des pays d'outre-mer choisissent une "politique nationale intégrée" en ce domaine. Il s'agit là d'une "approche concertée" dont le Japon fournit le meilleur exemple. Le gouvernement nippon aide à articuler les recherches appliquées en microélectronique, et à coordonner les investissements pour la fabrica-

tion des produits nouveaux et leur commercialisation, afin de pousser au maximum le développement de la nouvelle technologie et de réduire les importations de dispositifs micro-informatiques étrangers. Ce gouvernement agit comme s'il était le conseil d'administration de toute l'industrie nippone, pour assurer la compétitivité internationale de celle-ci. La branche canadienne de l'électronique fait face, non à des entreprises japonaises individuelles, mais bien au "Grand Consortium nippon" (Japan Incorporated). D'autres nations ont un peu tardé à offrir un soutien total à leur industrie électronique, mais de nombreux pays européens ont galvanisé les efforts en ce domaine, car leurs dirigeants se rendent compte que l'avenir économique de la nation est en jeu.

Le gouvernement canadien doit relever un défi nouveau

Par contre, les autorités canadiennes n'ont pris aucune mesure pour assurer les mêmes avantages à l'industrie électronique de notre pays. De nombreux participants à l'Atelier ont estimé que le gouvernement n'avait pas réellement pris conscience de l'importance de la mutation micro-informatique pour l'avenir du Canada, ni de la nature et de la portée du défi que le pays doit relever en ce domaine. Certains ont décrit les programmes approuvés jusqu'à présent par le Cabinet comme des mesures toutes symboliques.

Les participants appartenant au secteur public ont reconnu qu'il fallait accroître sans délai l'aide officielle à la branche canadienne de l'électronique, et l'encourager. Un des représentants de l'Administration a décrit les initiatives de certains ministères dans le domaine de la robotisation des usines. Après consultation des représentants de l'industrie, ils ont créé un conseil mixte Administration-industries-universités, pour sensibiliser les décideurs de l'industrie et de l'État à la mutation robotique:

> "L'automatisation dans votre entreprise peut se limiter au travail de bureau. Mais l'introduction actuelle des micro-ordinateurs dans les bureaux d'études pour la conception assistée par

ordinateur est plus importante, et la fabrication assistée par ordinateur dans l'usine même l'est peut-être bien plus. Il s'agit là d'une mutation technologique. Les robots d'usine deviennent de plus en plus polyvalents et peuvent accomplir une grande variété de tâches. Au bureau d'études, la digigraphie (ou infographie; en anglais: computer graphics) accélère fortement la conception technique. Il semble évident que l'emploi de micro-ordinateurs pour les études techniques et la fabrication accroît le potentiel de production et aura de profondes répercussions sur les entreprises canadiennes de toutes tailles.

Ces progrès nous ont incités à créer, vers le milieu de 1978, grâce au truchement du ministère de l'Industrie et du Commerce, un Conseil pour l'avancement de la technologie "CAD/CAM" [Cfao]. Ce Conseil comprend surtout des cadres industriels, mais des représentants des secteurs public et universitaire y siègent également. Il participe à des colloques et rédige des publications pour sensibiliser le public à ces questions. Le Conseil élaborera également un rapport au ministre de l'Industrie et du Commerce, où il mettra en relief l'importance de la conception assistée par ordinateur et de la fabrication assistée par ordinateur, et formulera des recommandations pour promouvoir le développement et l'utilisation de ces filières techniques. Ce rapport devrait être disponible vers la fin de l'année".

En novembre 1980, il publia le rapport: Opération survie. Son titre même indique la nature du défi que les fabricants canadiens peuvent relever en adoptant la conception et la fabrication assistées par ordinateur (Cfao). Sa principale recommandation concerne la création d'un organe collectif, financé par l'État, et chargé d'aider les fabricants à adopter ces filières techniques. Ce Centre de diffusion technique serait créé après concertation des cadres industriels et universitaires et des hauts fonctionnaires. Il impartirait des travaux de développement technique en Cfao pour répondre aux besoins habituels des fabricants canadiens. Il est nécessaire que le gouvernement fournisse une telle aide directe, car la mise en oeuvre initiale de la Cfao dans l'entreprise coûte extrêmement cher. Le Conseil estime que de nombreux fabricants canadiens ne pourraient tout simplement pas financer la mise au point des techniques correspondantes sans l'aide d'un tel Centre de diffusion technique, qui éviterait tout chevauchement des efforts individuels des entreprises.

Le rapport recommande aussi que le Conseil national de recherches soit chargé de financer et de diriger un programme d'encouragement de la R-D qui permettrait de réduire la dépendance de notre pays à l'égard du savoir-faire étranger en matière de conception assistée par ordinateur et de robots industriels. Les fabricants canadiens pourraient ainsi se passer d'acquérir outre-frontières certaines techniques particulières. A défaut d'une telle action, le potentiel technique de la branche de l'électronique prendrait du retard, et de nombreuses entreprises ne pourraient plus rivaliser avec leurs concurrentes étrangères.

Un des participants à l'Atelier a exprimé ses craintes que le gouvernement canadien ne réagisse pas, et ne mette pas sur pied de "programme intégré" qui soit l'équivalent de la "politique concertée de commercialisation" grâce à laquelle le gouvernement japonais soutient sa branche de la robotique. Il a préconisé que le Canada élabore une politique de commercialisation comparable pour que son industrie puisse livrer concurrence avec succès:

> "J'estime que les initiatives du ministère de l'Industrie et du Commerce et du Conseil national de recherches sont excellentes. Cependant, je crois que le gouvernement ne se rendra pas compte du genre de réaction nécessaire en ce domaine. Il sera sans doute d'accord pour lancer un quelconque programme de R-D sur la conception informatisée et les robots industriels. Mais il faut s'y prendre autrement. On peut lire dans le numéro du Globe and Mail de ce matin un article disant qu'"On prévoit une augmentation de 30 pour cent des ventes de robots japonais cette année". L'auteur y présente un graphique montrant que l'automatisation de l'industrie nippone a décuplé entre 1978 et 1985. Mais pourquoi les Japonais réussissent-ils si bien dans ce domaine? C'est simplement parce qu'ils ont mis le doigt sur ce secteur d'importance économique stratégique et se sont dit: "Allons-y ... préparons un programme intégré". Ils font avec les robots exactement ce qu'ils ont fait dans cinq secteurs industriels différents au cours des vingt dernières années: ils ont abordé le problème d'une façon coordonnée. Si vous êtes chef d'entreprise, vous ne dépensez certainement pas d'argent pour la R-D sans avoir un plan de commercialisation en tête. Le gouvernement doit donc avoir une politique concertée de commercialisation. C'est sur ce plan que se déroule la rivalité internationale dont nous parlons. Le

gouvernement doit comprendre que la branche canadienne de l'électronique affronte des gouvernements étrangers".

Au cours de l'Atelier, un grand nombre de participants, mais non tous, sont tombés d'accord pour recommander que le gouvernement canadien adopte une politique de commercialisation coordonnant les efforts des secteurs privé et public. Un intervenant a souligné que les autorités politiques devraient élaborer des stratégies nationales mieux articulées et moins contradictoires:

> "Ce qui me frappe, c'est que nous envisageons la diffusion de la micro-informatique dans la seule économie canadienne. Mais voyons plutôt le défi sérieux de la concurrence internationale. Il faut que les autorités et l'industrie canadienne le relèvent conjointement. Qu'est-ce que le secteur privé est prêt à faire? Comment considère-t-il sa participation à l'élaboration des stratégies nécessitées par la mutation micro-informatique? Dans certains pays étrangers, on s'efforce d'analyser les possibilités offertes et de saisir les débouchés commerciaux. Il est peut-être temps que tous les groupes intéressés de la collectivité étudient la nouvelle situation ainsi créée et que les secteurs privé et public coordonnent leurs efforts pour mettre en place les conditions favorables à l'industrie. Notre pays aurait beaucoup à y gagner, et beaucoup à perdre dans le cas contraire".

Certains participants ont exprimé leurs craintes que les Canadiens ne puissent contribuer à l'élaboration d'une stratégie nationale de commercialisation des produits micro-informatiques du pays:

> "Une des questions fondamentales qui sous-tend les débats porte sur le mode de commercialisation que nous allons adopter. Il est évident que la méthode japonaise de commercialisation coordonnée a très bien réussi. Cependant, on doute que le gouvernement canadien et l'industrie puissent s'engager à long terme dans une telle entreprise commune".

D'autres participants ont estimé que les initiatives des branches étrangères de l'électronique ne laissent aucun choix au Canada en ce domaine: il lui faudra mettre rapidement en place des conditions favorables à son industrie micro-informatique. Sinon, la créativité des inventeurs et ingénieurs et le potentiel technique de micro-informatique en souffriraient en permanence:

"Notre industrie électronique ne se contente pas d'affronter la concurrence sur les marchés étrangers. Il faut que nous nous rendions compte qu'elle lutte sur le plan politico-économique. La créativité des Canadiens et le potentiel technique du pays sont bloqués, parce que les conditions politico-économiques dont profitent les branches de l'électronique d'autres pays sont meilleures. Il faut fournir à l'industrie canadienne un cadre d'action qui lui permette d'exploiter la filière de la micro-informatique sur une base équitable".

La modicité des crédits réservés à l'électronique dans le cadre du Programme de développement des entreprises élaboré par le ministère de l'Industrie et du Commerce et les retards subis illustrent l'intérêt insuffisant accordé par le gouvernement canadien à la branche de la micro-informatique. Un participant à l'Atelier a fait la comparaison avec ce qui s'est passé à l'étranger:

"Le sort des crédits spécialement réservés à l'électronique par le ministère de l'Industrie et du Commerce montre bien l'attentisme du gouvernement à l'égard d'un programme qui, globalement, n'est guère coûteux. Cinquante millions de dollars, répartis sur trois ans, c'est bien peu. Les gouvernements japonais, allemand et britannique soutiennent leur industrie de l'électronique avec des crédits atteignant des centaines de millions, voire même des milliards de dollars. Ce n'est pas une critique que j'adresse aux responsables du Conseil national de recherches et du ministère de l'Industrie et du Commerce, et que je connais bien. Ils saisissent le problème, et je sais quelles difficultés ils ont dû surmonter pour faire approuver ce programme d'ampleur minime. Il devient de plus en plus apparent que nous devons sensibiliser les décideurs administratifs de notre pays: hommes politiques, hauts fonctionnaires d'organismes tels que le Conseil du Trésor, le ministère des Finances, le Conseil privé, et tous ceux qui sont chargés de financer ces programmes. Ils doivent se rendre compte que notre industrie perdra des milliards de dollars s'ils n'agissent pas".

Les priorités de l'État

Le gouvernement a pris récemment des mesures énergiques pour encourager le développement de certaines branches industrielles. Les participants à l'Atelier ont estimé que l'incitation à l'expansion de l'industrie électronique serait bien plus fructueuse pour l'économie du Canada que, par exemple, les avantages fiscaux concédés aux industries pétrolière

et cinématographique par un gouvernement qui n'a pas encore compris l'urgence de la situation:

> "Le fait que le gouvernement utilise ces incitations fiscales montre qu'il ne se rend pas compte de ce qui est réellement important. Bien entendu, il est important de faire des forages pétroliers dans la mer de Beaufort, mais est-ce plus valable que de développer la télématique dans notre pays? On pourrait certainement se demander pour quelle raison on a donné à l'industrie cinématographique bien plus de soutien qu'à cette dernière. Il est peut-être capital de se demander pourquoi il faut qu'une urgence nationale se produise dans une branche industrielle avant que le gouvernement n'accorde une aide à son développement?".

On a également souligné que la faiblesse du soutien de l'État à la branche de l'électronique est incompatible avec son souci de réduire la dépendance du Canada à l'égard des producteurs pétroliers de l'étranger. En effet, il est possible d'économiser de grandes quantités d'énergie en utilisant les dispositifs micro-informatiques. Cette filière technique n'utilise que très peu d'énergie et permet d'éviter son gaspillage. On a trop négligé les conséquences de l'inaction du gouvernement dans un domaine technique qui permet de telles économies. On utilise de plus en plus des dispositifs micro-informatiques pour économiser l'énergie dans les usines, les bâtiments commerciaux, les maisons, certains produits individuels comme les automobiles, et l'équipement de fabrication. Ils permettent de réduire une dépendance coûteuse à l'égard de ressources énergétiques qui s'épuisent. Certains participants à l'Atelier ont souligné qu'en tant que filière économe d'énergie, la micro-informatique fournit aux autorités le moyen de réduire fortement le gaspillage d'énergie au Canada et de développer une industrie d'importance capitale.

Les participants à l'Atelier ont estimé que les autorités de l'État devraient compenser les incidences économiques de cette vague de technologie informatique nouvelle. Certaines prévisions décennales confèrent à la stratégie nationale de l'électronique l'importance d'un instrument de survivance économique:

"Il faut sensibiliser nos dirigeants à l'importance de cette filière technique comme cheville ouvrière de l'économie dès l'horizon 1990. L'enjeu est énorme. Quelles seraient les incidences d'une automatisation mondiale de l'industrie et du développement exagéré des importations du Canada en produits électroniques sur sa balance commerciale et l'emploi au pays? Elles seraient brutales. Le gouvernement risque de perdre la maîtrise de l'économie du pays s'il ne se décide à mettre en oeuvre un programme dynamique d'encouragement de la branche canadienne de l'électronique".

Nécessité d'encourager des secteurs entiers de l'économie canadienne

De nombreux participants à l'Atelier ont estimé qu'une répartition judicieuse de l'aide de l'État était nécessaire dans le cadre d'un programme concerté, afin de stimuler l'économie canadienne le plus largement possible. Certains ont fait remarquer que le gouvernement devrait abandonner son soutien très arbitraire à certaines firmes tête de file en électronique. Il a été accusé de favoriser quelques grandes entreprises par ses programmes d'aide, tout en négligeant les conséquences d'une percée micro-informatique qui nécessite un soutien à de nombreux secteurs de l'économie.

Deux raisons justifient ce soutien élargi: premièrement, les progrès récents de la technologie micro-informatique ont montré ses possibilités d'utilisation ubiquitaire dans l'économie, et ses effets favorables sur la productivité. C'est pourquoi un programme de lutte contre la concurrence étrangère devrait se fonder sur l'équilibre entre le soutien à la branche de l'électronique et celui destiné à toute l'économie. Deuxièmement, l'impossibilité de prévoir exactement les progrès à venir va à l'encontre du soutien à quelques firmes tête de file en électronique. Les perfectionnements de la micro-informatique accroissent les possibilités des micro-ordinateurs actuels, et on leur trouvera des applications très ingénieuses et très utiles qu'il est difficile ou même impossible de prévoir actuellement.

Le rythme rapide de l'innovation micro-informatique et ses incidences ubiquitaires paraissent avoir influencé la nature de la

politique économique. Les participants à l'Atelier ont estimé que la rapidité d'adoption de la technologie nouvelle et la souplesse de sa mise en oeuvre sont essentielles. L'un d'entre eux est d'avis que la nature de cette filière technique oblige le gouvernement à changer l'orientation générale de sa stratégie industrielle, naguère dirigiste, pour la rendre consultative:

> "Il est apparent que la micro-informatique se répandra dans tous les domaines, et à tous les niveaux. Cette perspective indique au gouvernement la nature de la stratégie industrielle et de la politique générale à adopter. Il y a plusieurs années, le Conseil des sciences, le ministère de l'Industrie et du Commerce et quelques autres organismes de l'État proposaient diverses stratégies de spécialisation industrielle. En général, le gouvernement a favorisé les grandes entreprises dont les succès sont probables. Le principe choisi était la concentration des efforts dans un ou deux domaines, car on ne peut tout faire dans un secteur donné. Manifestement, la micro-informatique a renversé cette argumentation. Cette technique se répand si rapidement que la viabilité de l'économie canadienne dépend d'une participation dynamique de l'industrie à ce mouvement. Il lui suffirait de faire un effort déterminé dans la bonne direction pour devenir un chef de file mondial dans bien des spécialités micro-informatiques.
>
> Les progrès de cette technologie offrent des occasions fantastiques de croissance. Un coup d'oeil sur les progrès des ordinateurs depuis 1950 montre clairement que c'est maintenant le meilleur moment pour y participer. J'ai moi-même vécu la mutation informatique depuis ses débuts, après la guerre. Je me souviens d'avoir frappé à bien des portes, en expliquant les merveilleuses perspectives ouvertes par les ordinateurs. Mais les réponses n'étaient guère favorables et, à mon avis, le Canada n'a presque pas tiré parti des occasions qui se présentaient dans les années 1950. Maintenant, avec le recul de l'expérience, je pense que nous n'avons fait que ce que nous pouvions faire. L'inaction de notre branche de l'informatique entre 1950 et 1970 s'est trouvée justifiée après coup par les grands risques financiers de l'entreprise: énormes investissements; programmation très coûteuse et très compliquée; et fiabilité réduite des ordinateurs, rendant les opérations encore plus coûteuses et plus compliquées.
>
> Mais, de nos jours, il suffit de songer à la micro-informatique pour que ces excuses ne tiennent plus. La micro-électronique a permis d'améliorer considérablement l'ordinatique et c'est pourquoi les micro-ordinateurs sont utilisés dans les domaines les plus divers. C'est la créativité et la présence de débouchés pour

les logiciels ou les produits qui sont devenues les critères de la réussite, à cause du bon marché de la micro-informatique.
Il est très important de s'en souvenir. Pour résumer, je dirai simplement que les perspectives d'avenir sont très variées et très amples. Les nombreux succès de la branche canadienne de l'électronique en sont la preuve, mais ces succès ne justifient pas l'inaction actuelle. Notre industrie doit devenir très forte en ce domaine, et il n'y a aucune raison l'empêchant de se placer à l'avant-garde, grâce à l'adoption par l'État d'une politique d'action dynamique dans certains secteurs de l'économie".

II LA MICROÉLECTRONIQUE ET L'APPORT DES SEMI-CONDUCTEURS

Avant d'aller plus loin, il serait bon de donner un aperçu des caractéristiques de la microélectrotechnique, indépendamment de l'ordinatique. De nombreux participants ont souligné leur importance, car ce sont elles qui justifient l'emploi des microcircuits dans les ordinateurs miniatures, dont ils causent les progrès révolutionnaires.

Comme son nom l'indique, la microélectronique est la technique des composants et des circuits de taille microscopique. Depuis leur mise au point originale, les composants électroniques sont devenus de plus en plus petits, plus puissants et plus fiables, tout en utilisant moins d'énergie. C'est l'utilisation de substances semi-conductrices qui a permis cette miniaturisation, laquelle constitue le fondement de la microélectronique. L'emploi des semi-conducteurs dans les composants électroniques est très avantageux en raison de leur faible coût et de leur grande fiabilité.

La microélectronique a vu le jour grâce à la mise au point des techniques et des outils de la microminiaturisation, qui ont permis de relier des composants microscopiques à des circuits également microscopiques; l'ensemble est incorporé dans un nouvel élément semi-conducteur: le circuit intégré sur plaquette de silicium, ou MICROCIRCUIT (silicon chip).

Plus on associe de microcomposants dans une seule plaquette, plus cette dernière accomplit de fonctions, et plus elle est compliquée.

Les participants ont évoqué la nouvelle "économie" permise par ce procédé. Ils ont parlé des efforts constants d'économie d'énergie, de la réduction des coûts de chaque fonction, laquelle devient de plus en plus complexe, d'un accroissement de la fiabilité des appareils et d'une diminution des coûts de fabrication. Ces tendances se poursuivent, car le nombre des composants de tout ensemble électronique diminue, à mesure que l'on associe des fonctions plus nombreuses dans le même microcircuit. On obtient des réductions de coût et de taille de 30 pour cent par an.

La microélectronique peut remplacer les dispositifs mécaniques et électromécaniques. Les intervenants ont mentionné la disparition quasi totale de l'industrie des montres suisses à mouvement d'horlogerie. Les dispositifs à microcircuits permettent de donner l'heure de façon plus précise et plus économique, et la concurrence des fabricants étrangers de montres électroniques a réduit la branche suisse de l'horlogerie à une fraction de sa taille antérieure.

Une autre caractéristique de la microélectronique est la rapidité des phénomènes utilisés. On peut commander les flux d'électrons à l'aide des microcomposants d'un circuit intégré plus rapidement qu'avec des éléments non intégrés, car les distances parcourues par les électrons sont bien plus courtes. Les participants ont souligné l'importance de cette caractéristique, fondement du traitement ultra-rapide des données.

La micro-informatique

On peut considérer qu'un ordinateur est simplement une calculatrice dotée d'une mémoire. Mis à part les éléments périphériques dont il a besoin pour recevoir et transmettre l'information, ses principaux composants sont la mémoire et le processeur de commande de l'unité arithmétique, ainsi que les circuits. La micro-informatique a vu le jour lorsqu'on a commencé à construire la mémoire et les éléments logiques sous forme de circuits intégrés.

On employait déjà largement les ordinateurs pour la gestion des entreprises, bien avant la conception des circuits intégrés sur plaquette de silicium. Cependant, il était impossible de les utiliser dans un grand nombre d'applications où ils auraient pourtant été utiles. Un traitement quasi instantané de l'information est en effet nécessaire pour la surveillance ou la commande de certains dispositifs.

Cette difficulté a été surmontée quand les ingénieurs ont mis au point les premiers mini-ordinateurs, organes de traitement réservés à une fonction particulière. Le mini-ordinateur était bon marché, de petite taille, utilisait moins d'énergie et était plus fiable que les unités centrales. On pouvait le déplacer facilement dans le bureau ou l'usine et, dans bien des cas, il suffisait de le brancher à une prise de courant ordinaire.

Le microprocesseur a constitué le grand progrès suivant de la micro-informatique. Il s'agit simplement d'une unité centrale de traitement gravée sur une plaquette de silicium. Relié aux microcircuits de mémoire et d'entrée/sortie, le microprocesseur constitue l'élément de base de l'ordinateur. Là aussi, l'intégration s'est développée à mesure que les techniques de microminiaturisation permettaient de graver la mémoire et l'unité d'entrée/sortie sur une seule plaquette. L'ensemble de ces organes micro-informatiques s'appelle le micro-ordinateur. On peut incorporer ces minuscules dispositifs dans des appareils très divers pour automatiser ou optimaliser certaines de leurs fonctions. En raison de leur puissance et de leur rapidité, ces dispositifs micro-informatiques permettent d'accroître les capacités de toute une gamme d'appareils. Les participants estiment que cette tendance se poursuivra sans désemparer et, comme l'a dit un des intervenants:

> "Lorsqu'il s'agit de l'avenir, je suis en général d'accord avec les autres participants. La micro-informatique se répandra partout. D'un côté, elle transformera chaque appareil ou machine imaginable et, de l'autre, elle permettra la conception de très

> nombreux produits qui n'existent pas encore. Dans cinq ou dix ans, je pense que la plupart d'entre nous verrons d'innombrables applications que nous ne pouvons même pas imaginer maintenant".

Lorsqu'on parle de micro-informatique, il faut se souvenir que si les machines et les appareils se transforment, les ordinateurs le font aussi. Cette évolution apparaît clairement lorsqu'on considère la mise au point du mini-ordinateur, qui a conduit à la décentralisation de l'informatique de bureau, ou traitement localisé des données.

L'utilisation de la micro-informatique a également modifié les unités classiques de traitement des données. Un participant a décrit comment les microprocesseurs sont disséminés:

> "De nos jours les microprocesseurs apparaissent dans chaque produit de la gamme de fabrication de la branche de l'ordinatique. Ils équipent aussi bien le plus petit ordinateur que l'unité centrale fonctionnant en temps partagé. Voyez les répercussions de l'emploi des microprocesseurs dans les périphériques et les terminaux! Les imprimantes, par exemple, sont équipées de micro-processeurs qui accroissent leur performance. Les terminaux actuels, eux, ne sont plus les simples terminaux qui ne disposaient d'aucune initiative. Ils utilisent la micro-informatique pour la digigraphie (computer graphics) ou un traitement indépendant de l'unité centrale. Il n'est presque plus possible d'acheter ce que l'on appelle maintenant un terminal sans fonction autonome".

Ce sont des progrès de ce genre qui ont modifié les méthodes informatiques fondamentales et multiplié les applications des ordinateurs. La mise au point de terminaux de digigraphie peu coûteux facilite l'utilisation des graphiques dans les unités de gestion ainsi que dans les bureaux d'études.

Une autre tendance mise en relief lors de l'Atelier est l'effacement de la distinction entre un terminal et un ordinateur, à mesure que l'on dote le premier de fonctions supplémentaires. Les micro-ordinateurs utilisés par les petites entreprises et les particuliers constituent un exemple de ces progrès. Certains croient que l'industrie micro-informatique bénéficiera de progrès considérables et d'un

grand développement, non seulement dans les entreprises bien assises, mais aussi parmi les nouvelles firmes et les bricoleurs qui mettront au point des innovations commercialisables. Un intervenant a comparé les progrès actuels de la télématique à ceux découlant des activités des radio-amateurs dans les années 1930 et 1940.

Les dispositifs télématiques (data-communications devices) changent également. Les modems, que l'on utilise pour relier les ordinateurs au réseau téléphonique public, contiennent maintenant des microprocesseurs. Petits, mais très puissants, les modules de commutation équipés de microprocesseurs sont maintenant à la disposition des entreprises qui veulent avoir leur propre réseau télématique. Les satellites constituent un autre exemple de moyens de télécommunications dont le fonctionnement a été fortement amélioré par l'utilisation des micro-ordinateurs. A leur tour, ils faciliteront la mise en oeuvre de réseaux de télématique.

Tout au cours de l'Atelier, les participants ont examiné les questions posées dans les trois larges secteurs de la micro-informatique: utilisation du savoir-faire micro-ordinatique pour informatiser des produits et des équipements; emploi du même savoir-faire pour développer des réseaux télématiques; et élaboration des logiciels de bureautique (office automation). Les intervenants ont tenu compte, au cours de ces débats, du contexte politico-économique du Canada, et ils ont mis en relief de nombreuses possibilités d'amélioration des conditions faites à la branche canadienne de l'électronique.

III PROBLÈMES DE LA COMMERCIALISATION DES PRODUITS ET SYSTÈMES INFORMATISÉS ET STRATÉGIE A SUIVRE

Les microcircuits toutes fins

L'utilisation des microcircuits toutes fins

La production en grande série d'ordinateurs peu coûteux et de composants informatiques gravés sur plaquette offre d'intéressantes perspectives de développement économique pour le Canada. On peut maintenant monter des dispositifs électroniques de façon simple et rapide, grâce à l'utilisation de microcircuits à forte densité d'intégration, disponibles commercialement, et cette méthode a permis à de nombreuses entreprises d'informatiser leurs produits.

Cependant ces microcircuits toutes fins obligent l'entreprise à faire un effort de R-D pour rester en tête de ses rivaux possibles:

> "Ce qui constituait pour nous un domaine d'activité profitable, il y a à peine quelques années, est maintenant disponible sur circuit intégré. Il nous faut livrer concurrence de façon positive. A mesure que de nouvelles fonctions sont confiées aux microcircuits, nous leur trouvons des applications de plus en plus complexes. Bien entendu, il nous faut acquitter les frais de la R-D concernant ces produits informatisés".

Les participants au Colloque ont souligné la difficulté d'obtenir des crédits de développement technique auprès des bailleurs de fonds habituels. Cette activité ne promet que des résultats aléatoires, et les banques paraissent réticentes lorsqu'il s'agit de la financer.

Cependant, la pénurie de capital-risque n'est qu'une difficulté parmi d'autres. Il y a bien peu de programmeurs disponibles, ce qui réduit les possibilités de développer des produits informatisés à partir des microcircuits toutes fins. Les spécialistes du logiciel d'une application particulière doivent être capables d'articuler matériel, logiciel et ensembles informatiques; or, les universités canadiennes ne forment pas suffisamment de diplômés en ce domaine pour satisfaire la demande.

Les participants étaient d'avis que leur formation mérite d'être aidée par l'État de même que la fourniture de capital-risque. L'industrie canadienne ferait des progrès considérables dans l'informatisation des produits et des équipements si elle pouvait se procurer ces ressources financières et humaines indispensables. Certains intervenants ont estimé qu'il ne suffisait pas de former une main-d'oeuvre compétente et de fournir du capital-risque; et d'autres croient que l'avenir économique du Canada dépend largement d'un développement du potentiel de fabrication des microcircuits.

Les autorités canadiennes devraient-elles favoriser la fabrication des microcircuits au Canada?

Les participants n'étaient guère d'accord à ce sujet, car ils divergeaient d'opinion au sujet des futurs pôles de croissance économique: la fabrication des microcircuits, ou le montage d'appareils et d'équipements les utilisant. Les partisans de cette seconde option ont fait remarquer que les microcircuits proprement dits comptaient rarement pour plus de 10 pour cent dans le coût d'un produit informatisé:

> "L'examen d'un appareil amélioré grâce à la micro-informatique montre qu'il est très largement constitué d'éléments non informatiques. Cependant, l'informatisation de cet appareil nécessite une modification complète de ces éléments. La ventilation de ses coûts indique qu'environ 90 pour cent de la valeur ajoutée sont constitués par les frais du développement technique nécessité par cette innovation. Ceux-ci incluent bien entendu les coûts d'élaboration du logiciel régissant les nouvelles fonctions de l'appareil. Étant donné que seulement 10 pour cent de la valeur ajoutée provient du micro-ordinateur incorporé, je ne vois pas pourquoi l'État devrait aider au financement de la fabrication des

microcircuits. Leur potentiel économique n'est tout simplement pas suffisant".

Les opposants à la fabrication des microcircuits au Canada ont également fait remarquer que le coût de mise sur pied d'un potentiel technique de pointe en ce domaine ne cesse d'augmenter et que, par conséquent, le financement des entreprises par l'État serait excessivement lourd. De nombreux fabricants de microcircuits éprouvent de grandes difficultés à financer leur effort de R-D. La concurrence est très vive dans cette industrie où les innovations prolifèrent, et certains intervenants ont fait ressortir que toute tentative officielle d'en promouvoir le développement serait fort probablement vouée à l'échec.

D'autres ont cité la branche du matériel de télécommunications comme exemple de la capacité des entreprises canadiennes à fabriquer des microcircuits. Les seuls fabricants canadiens de tels dispositifs se trouvent dans cette branche. Un participant a décrit le développement phénoménal d'une petite entreprise mettant au point des dispositifs informatiques pour le secteur des télécommunications, après avoir acquis des ateliers de fabrication de microcircuits:

"On entend souvent dire qu'on ne peut fabriquer de microcircuits sur plaquette de silicium au Canada. Mais, avant de se décourager, il faut penser au cas de la société Mitel. En 1976, cette firme a acquis Soltec, une entreprise administrée en grande partie par le gouvernement du Québec, et l'une des deux entreprises microélectroniques en faillite. Cette acquisition s'est faite après la disparition de Microsystems, une entreprise commanditée par l'Administration fédérale. A cette époque, la fabrication des microcircuits avait une très mauvaise réputation au Canada. Mitel, qui ne réalisait alors que 1,5 M$ de chiffre d'affaires, a malgré tout foncé en avant et acheté l'usine pour 1 M$. La performance de cette firme, depuis, est une preuve concrète que la fabrication de microcircuits au Canada est rentable. Son chiffre d'affaires total est de l'ordre de 100 M$, dont 20 proviennent de la vente des microcircuits fabriqués à Bromont (Qué.). D'autre part, la fabrication de ces plaquettes sera, pour cette firme, l'une des plus profitables".

Le problème de la pénurie mondiale de microcircuits

Certains participants ont exprimé leur crainte d'une rupture des stocks de microprocesseurs, micro-ordinateurs, mémoires et autres dispositifs utilisant des circuits intégrés, qui placerait l'économie canadienne dans une situation précaire. Il faut que le Canada soit plus largement autosuffisant en matière de circuits intégrés, et n'ait pas à dépendre des fabricants étrangers. Un participant a comparé cette dépendance à celle qui est causée par le pétrole importé. Il est d'avis que les programmes de l'Administration devraient favoriser la fabrication au Canada des microcircuits dont notre industrie a besoin:

> "Si l'on considère l'économie canadienne dans son ensemble, on remarque que le secteur industriel, et particulièrement les grandes entreprises, dépendent fortement des équipements électroniques. Aucun problème ne se posait il y a dix ans, lorsque la plupart des dispositifs de commande étaient électromécaniques. Le passage des commandes mécaniques aux dispositifs électromécaniques remonte à un passé lointain, et celui de l'électromécanique à l'électronique s'est déroulé assez lentement au début. Mais le développement de circuits intégrés a accéléré le mouvement. Bon nombre de nos grands équipements de commande électronique dépendent maintenant d'une technologie étrangère en évolution rapide. Il nous faut impérativement subvenir à nos propres besoins dans ce domaine vital, et assurer que notre économie continue à fonctionner. Nous avons déjà l'expérience d'un embargo pétrolier. Imaginons ce qui arriverait lors d'un embargo micro-informatique! Il n'est pas tellement farfelu d'évoquer cette possibilité, à cause de la persistance des ruptures de stocks de microcircuits. Même les grands producteurs de ces plaquettes en sont à court ces jours-ci".

La dépendance à l'égard de l'industrie étrangère des microcircuits et la souveraineté canadienne

Un participant a déclaré que la dépendance du Canada à l'égard des fabriquants étrangers de microcircuits était plus lourde de conséquences que l'accès pur et simple à une ressource d'importance grandissante, mais de plus en plus rare. Le potentiel canadien de fabrication des microcircuits hors série constitue un élément crucial de la souveraineté nationale: la maîtrise interne de l'économie canadienne.

Si notre niveau de vie dépend d'un savoir-faire technique dont la cheville ouvrière est étrangère, nous risquons la paupérisation:

> "Je me sens obligé de m'inscrire en faux contre ceux qui nient la nécessité de mettre sur pied un fort potentiel de fabrication des microcircuits au Canada. Les cadres de notre entreprise estiment qu'il s'agit là d'une question vitale pour elle. Mais, plus encore, c'est une question de pérennité nationale. Nous ne sommes plus maîtres de la situation, car presque tout ce que nous faisons n'est possible que parce qu'autrui, à l'étranger, nous permet de le faire. Notre dépendance à l'égard des facteurs techniques d'outre-frontières nous place dans une situation juste un peu meilleure que celle d'un pays tiersmondiste.
>
> Examinez notre façon de faire actuelle. Dans toutes nos entreprises, que ce soit la production de denrées alimentaires, la fabrication de marchandises, leur transport, et bien entendu le recueil et la diffusion de l'information, les dispositifs indispensables sont constitués presque entièrement de microcircuits fabriqués à l'étranger. Pour la sécurité de tout le pays, nous devons fabriquer nos propres plaquettes. Je pense que nous n'avons pas vraiment tiré la leçon de notre expérience passée en matière d'importations de mini-ordinateurs. On connaît bien le dossier de l'unité centrale d'aiguillage de la circulation aérienne conçu au Canada. On y a englouti des millions de dollars. Mais, comme nous le savons tous, ses composants microélectroniques avaient été modifiés très rapidement. Il a donc fallu changer la conception du mini-ordinateur importé, dont les éléments constitutifs n'étaient plus fabriqués. Bien entendu, l'unité centrale est devenue invendable.
>
> Maintenant, l'entreprise qui voudrait exporter une telle unité centrale serait obligée de consacrer de fortes sommes à un nouveau développement technique des composants d'une série nouvelle de mini-ordinateurs. C'est à la fabrication de ces composants de base qu'il nous faudrait accorder la priorité".

Les microcircuits hors série

Le problème de la fabrication sur commande des microcircuits

C'est surtout une divergence des définitions qui a causé quelque désaccord entre les participants au sujet du développement d'un potentiel canadien de fabrication des microcircuits. Lorsqu'ils ont clairement distingué entre les plaquettes du commerce et celles fabriquées sur commande, la plupart des participants ont reconnu la nécessité pres-

sante de mettre sur pied un potentiel canadien de fabrication de ces dernières.

Contrairement aux plaquettes toutes fins du commerce, celles faites sur commande sont conçues pour un usage particulier. Ce sont des dispositifs brevetés, car la conception de leur logique est destinée à satisfaire les exigences d'un client bien déterminé. Comme à l'étape de conception les circuits ont été établis en fonction de ces besoins, leur infrastructure logique supprime généralement la nécessité d'élaborer un logiciel pour l'application envisagée.

Quoique cette élimination du besoin de programmeurs trop rares rende attrayante la fabrication sur commande des microcircuits, il faut noter que le coût de leur mise au point est extrêmement élevé, en raison du temps requis pour concevoir les circuits et les essayer. De plus, leurs utilisations de plus en plus complexes nécessitent l'adjonction répétée de fonctions logiques. Il faut actuellement jusqu'à 120 années-hommes pour concevoir et essayer convenablement les plus récents microcircuits fabriqués sur commande. Ceux-ci constituent une forte part de la valeur ajoutée des appareils et dispositifs de conception récente. La plupart des participants au Colloque ont estimé que la facilité d'acquisition de ces microcircuits fabriqués sur commande constituerait un facteur crucial de la performance économique du Canada, à l'avenir.

Les microcircuits fabriqués sur commande et la productivité au Canada

Plusieurs participants ont souligné l'importance de concevoir les microcircuits en fonction des applications envisagées.

> "Nous avons découvert des applications cruciales des microcircuits fabriqués sur commande, dans les commutateurs du réseau de télécommunications. La possibilité de se procurer des circuits très complexes, conçus spécialement pour les besoins de nos appareils, nous a permis de mettre au point des produits technologiquement supérieurs. En associant des microcircuits fabriqués sur commande, nous pouvons monter des ensembles qu'il serait physiquement impossible de réaliser autrement. C'est l'exigence de fiabilité

qui constitue la contrainte fondamentale du montage de ces ensembles, car elle est inversement proportionnelle au nombre des composants qui doivent y être incorporés. Plus on réduit ce nombre, plus l'ensemble est fiable. C'est donc cette réduction qui nous permet de conférer une bonne fiabilité aux dispositifs de télécommunications.

Considérons l'avenir: ce sont les entreprises qui fabriqueront ces microcircuits, ou qui les feront fabriquer pour elles, dont les produits connaîtront le succès. S'il n'est pas indispensable de fabriquer ses propres plaquettes, il faut disposer d'un potentiel technique permettant de les intégrer dans les appareils, et fabriquer ceux-ci en séries assez longues pour amortir le coût d'une conception spéciale des microcircuits. C'est dans ce sens que de nombreuses entreprises devront s'orienter".

Un intervenant a fait remarquer que la structure de la branche canadienne des télécommunications facilitait beaucoup la conception des microcircuits en fonction des besoins spéciaux de leurs utilisateurs. L'intégration verticale des fabricants de matériel de télécommunications associe le constructeur de microcircuits et leur utilisateur au sein de la même société:

"L'étude des entreprises canadiennes d'électronique qui se sont développées le plus rapidement, et ont connu peut être la plus grande croissance de leur chiffre d'affaires, montre que ce sont celles qui font fabriquer des microcircuits sur commande. C'est ainsi que la branche de fabrication du matériel de télécommunications est devenue si florissante. Les grandes firmes de cette branche disposent d'un atout en cette matière: elles sont intégrées verticalement avec les fabricants de plaquettes, au sein de la même société. Dans un tel cadre, il leur est très facile d'adapter les microcircuits à leurs besoins particuliers. Leurs produits sont très fiables, et leur production se fait en grande série".

En dépit de ces succès, les industriels ne peuvent guère se procurer de l'équipement de fabrication muni de micro-ordinateurs au Canada, car ceux-ci ne sont pas disponibles chez les fournisseurs canadiens:

"Le fabricant peut se servir de la micro-informatique de deux façons différentes, qu'il faut distinguer soigneusement: il peut tout d'abord incorporer les dispositifs micro-informatiques dans

> les appareils qu'il fabrique; et il peut aussi utiliser ces dispositifs dans l'entreprise ou, si vous le voulez, dans l'usine. Dans le premier cas, il s'agit d'une utilisation en masse mais, dans l'autre, d'une utilisation en petit nombre. Cette faible utilisation ne pourrait décider un fabricant à envisager la conception particulière de certains micro-ordinateurs. C'est pourquoi leurs utilisations sont très différentes et, malheureusement, beaucoup plus malaisées dans le dernier cas.
>
> Cette situation est particulièrement désolante, étant donné l'ampleur de l'informatisation des appareils dans tous les secteurs de l'économie et toutes les branches industrielles".

Le dossier de la robotique canadienne

Le robot industriel constitue une étape de la fabrication assistée par ordinateur (Fao), qui éclipsera les progrès de la productivité et l'accroissement de la production rendus possibles par la multiplication des machines-outils.

Sa petite taille permet, par exemple, de loger le micro-ordinateur dans tous les éléments articulés d'un bras manipulateur, pour lui conférer les possibilités d'action d'un bras humain. Ces bras manipulateurs et leurs micro-ordinateurs sont en général reliés à un mini-ordinateur qui effectue la reprogrammation et la télécommande. Les robots équipés de lasers et de dispositifs informatiques d'analyse visuelle offrent la possibilité nouvelle d'augmenter la productivité de l'équipement des usines, ou d'exploiter les ressources de l'espace extra-atmosphérique ou des fonds océaniques. La branche canadienne de l'électronique s'efforce actuellement de mettre sur pied un potentiel technique exportable et des capacités de production de dispositifs robotiques.

Le gouvernement canadien s'est engagé à fournir des bras télémanipulateurs pour la navette spatiale américaine. Le premier d'entre eux a été un cadeau du gouvernement canadien, et une entreprise canadienne a obtenu des contrats de construction de trois autres télémanipulateurs. On estime que ce genre de dispositifs pourrait être largement utilisé dans les travaux en milieu radioactif ou sous-marin. Le maître

d'oeuvre de ces télémanipulateurs a souligné l'intérêt d'une multiplication des fonctions accomplies par les microcircuits:

> "Les télémanipulateurs ont besoin de micro-ordinateurs parce qu'ils deviennent de plus en plus compliqués. Il existe effectivement un seuil que nous ne pouvons dépasser sans localiser l'exécution de certaines fonctions de ce dispositif complexe. Par exemple, lorsque le télémanipulateur que nous construisons pour la navette spatiale fonctionne, il occupe 20 pour cent de la capacité totale de traitement informatique de la navette, et c'est donc l'élément qui en mobilise le plus. Pourtant, il ne fait qu'accomplir exactement les mêmes mouvements qu'un bras humain, avec les mêmes articulations. Nous avons réellement besoin d'un traitement localisé dans un dispositif comme celui-là".

Bien qu'il existe une forte demande pour les microcircuits à fonctions multiples, ce maître d'oeuvre a difficilement trouvé des fournisseurs de plaquettes hors série:

> "Nous ne sommes clients que pour un petit nombre de dispositifs micro-informatiques, mais ceux-ci constituent une forte partie du coût du produit fini. Autrement dit, si leur nombre est faible, leur importance est cruciale. Or, les industriels étatsuniens ne s'intéressent guère à la fabrication en petite série d'éléments électroniques de conception spéciale, qu'il s'agisse du circuit intégré central ou de l'ensemble micro-informatique qui est demandé. Nous nous inquiétons fort de l'absence d'un potentiel de fabrication de ces dispositifs au Canada. Nous nous sommes adressés quelques fois à la société Northern Telecom et à la Bell Northern Research en particulier, afin de leur demander d'effectuer ces travaux pour notre firme; mais ces entreprises ne s'y sont guère intéressées, car elles préfèrent fabriquer en longue série des dispositifs pour les télécommunications. Et si ce sont les seules disponibles, nous sommes aussi préoccupés par la faible ampleur de nos besoins par rapport à leur production que nous le serions s'il s'agissait d'entreprises des É.-U.
>
> Je choisis le point de vue des fournisseurs de biens d'équipement, parmi lesquels je suppose que notre entreprise se classe. Il est de plus en plus préoccupant que nous soyons obligés de nous approvisionner en composants spécialisés à l'étranger. La rareté des microcircuits dont nous avons besoin nous place dans une dangereuse dépendance à l'égard de l'étranger. Ces composants hors série qui nous sont nécessaires doivent être entièrement fiables, insensibles au rayonnement et conçus pour les fortes accélérations, et nous sommes obligés de les acheter auprès de nos concurrents étatsuniens. La même difficulté se présente pour

beaucoup de nos matériels militaires. Nous sommes mal à l'aise d'avoir à compter sur des entreprises étrangères pour notre approvisionnement en microcircuits, car notre production concurrence la leur. Il n'y a pas de nationalisme là-dedans, simplement de la prudence élémentaire".

La densification d'intégration des microcircuits hors série

Un intervenant a fait remarquer que les appareils et ensembles contenant des microcircuits hors série deviendront de plus en plus nombreux et complexes à cause de l'association, sur les mêmes plaquettes, des circuits issus des techniques Cao et Fao. Les progrès de la fabrication automatisée des microcircuits renforcent les raisons de développer le potentiel canadien de fabrication sur commande de ces plaquettes:

"Les progrès de cette branche industrielle permettront de concevoir des configurations très complexes de circuits intégrés. Les plaquettes de silicium contiendront des microcircuits à forte densité d'intégration, conçus à l'aide de dispositifs de digigraphie au stade intermédiaire. L'élaboration de l'ébauche se fera à l'ordinateur et le concepteur se servira de son terminal pour parachever le modèle. Il y aura donc moins de dessinateurs ou de soudeurs de circuits. Mais, par contre, le logiciel de fabrication des circuits intégrés prendra de plus en plus d'importance. Je ne veux pas du tout parler du logiciel de fabrication des plaquettes toutes fins, mais bien de celui des microcircuits faits sur commande. L'industrie canadienne a remporté de grands succès dans les applications où elle a utilisé ces techniques, qui prendront de plus en plus d'importance.

Il nous faut poursuivre nos efforts dans cette voie pour faire progresser notre industrie, laquelle aura besoin d'un grand nombre de spécialistes de la conception sur commande des microprocesseurs et d'autres microcircuits pour des applications particulières. On s'efforce de résoudre les problèmes avec le matériel disponible pour répondre aux besoins individuels, plutôt que de programmer du matériel destiné à des fins générales. Il s'agit là, simplement, d'une approche individualisée de l'électronique des matériels, basée sur la résolution des problèmes".

Le développement des entreprises canadiennes de fabrication sur commande des microcircuits

Bien que de nombreux participants soient opposés au soutien officiel de la mise sur pied d'un potentiel canadien de fabrication en grande série de microcircuits toutes fins, la plupart ont largement soutenu l'idée d'une aide de l'État au développement d'entreprises de fabrication de fabrication de plaquettes sur commande, à cause des caractéristiques spéciales de l'infrastructure économique du Canada. Ils ont estimé que l'existence d'un tel potentiel pour fournir le seul secteur des télécommunications était insuffisante, et qu'il faudrait créer toute une gamme d'entreprises spécialisées pour étendre les activités de l'industrie canadienne dans de nouveaux domaines importants comme la robotique, ou pour assurer aux industriels canadiens un approvisionnement suffisant en microcircuits hors série. La rapidité du perfectionnement de ces plaquettes souligne l'urgence d'un tel appui de l'État.

L'organisation de la branche canadienne de l'électronique

L'intégration verticale et le développement concerté des produits

Les participants ont également examiné certaines méthodes moins directes de soutien de l'État au développement du potentiel canadien de fabrication des microcircuits. Ils ont reconnu qu'il faudrait favoriser l'intégration verticale des entreprises, car nombre de celles qui le sont réalisent avec succès la fabrication des plaquettes et le développement de dispositifs micro-informatiques.

Lorsqu'on parle d'intégration horizontale dans la branche de l'électronique, il s'agit de relations entre entreprises utilisant les microcircuits, alors que l'intégration verticale est celle qui existe entre les entreprises qui les fabriquent (vendeuses) et celles qui les utilisent (acheteuses).

L'intégration verticale entre les fabricants et les utilisateurs de microcircuits peut prendre deux formes distinctes. L'une,

officialisée, associe fabricants et utilisateurs au sein de la même société industrielle, ou bien ces firmes appartiennent au même propriétaire; il n'existe pas alors de démarcation précise entre les partenaires; l'autre consiste en relations commerciales durables entre fabricants et utilisateurs de microcircuits, dans le cadre d'entreprises en coparticipation, de consortiums, ou de contrats. Quelle que soit la forme de l'intégration verticale, les participants estiment que les acheteurs ou les utilisateurs canadiens devraient acquérir leurs composants microélectroniques auprès de fabricants canadiens de microcircuits. Il semble que l'intégration verticale officielle dans le cadre d'une société unique soit la plus fructueuse:

> "L'Association canadienne de technologie avancée a examiné la question de la fabrication des microcircuits au Canada. L'existence de débouchés éventuels constitue l'un des critères les plus importants, car seule elle justifie les risques de la création de l'entreprise et des efforts de conception et de fabrication des plaquettes. On remarque avec beaucoup d'intérêt que les rares fabricants canadiens de microcircuits s'insèrent dans une structure officielle intégrée verticalement. Il faut encourager le développement de ces structures, et même en créer d'autres.
>
> Il est évident que les forces du marché poussent aussi les entreprises à s'intégrer vers l'amont. Si elles utilisent les microcircuits avec succès, leurs dirigeants sont tentés d'acquérir une usine de fabrication. La liste des fabricants canadiens de matériel de télécommunications montre que c'est la bonne méthode. L'appartenance au même propriétaire d'une usine de fabrication des plaquettes et d'une firme qui les utilise leur permet de convenir ensemble des caractéristiques des microcircuits et d'en financer de même la conception et la mise au point. C'est la méthode utilisée avec succès dans la branche du matériel des télécommunications. Elle permet de réduire les risques du développement des dispositifs micro-informatiques et facilite la coordination des efforts. Je ne crois pas que ces entreprises auraient remporté le succès qu'elles connaissent à l'exportation sans cette concertation".

Le manque d'intégration verticale dans la branche canadienne de l'électronique

Certains participants ont fait remarquer qu'en dépit des pressions commerciales poussant les entreprises électroniques à s'intégrer

verticalement, rares sont celles qui l'ont fait au Canada. On note cependant quelques exceptions remarquables dans le domaine de l'intégration de fait:

> "La branche de la câblodistribution vient de se rendre compte de l'insuffisance de ses efforts en matière de R-D sur le matériel. Elle a donc créé l'Institut de recherches des télécommunications par câble, et en finance l'exploitation. Il y a quelques jours, j'ai eu le grand plaisir d'assister à une de ses réunions comme délégué de l'Association canadienne de technologie avancée. Nous y avons examiné la possibilité d'effectuer une étude concertée sur la branche de la câblodistribution. Nous avons parlé du genre de matériel dont cette branche aura besoin à l'avenir, et comment fabricants et utilisateurs pourraient se concerter pour sa fabrication au Canada et sa vente tant au pays qu'à l'étranger. J'ai été très heureux d'apprendre que le CN-CP adopte la même attitude. Ce consortium a pris contact avec une entreprise canadienne pour qu'elle mette au point les dispositifs dont il a besoin. En principe, cette entreprise n'aurait aucune obligation en retour, sauf le maintien du secret technique. Cependant, dans la plupart des cas, d'autres utilisateurs canadiens de matériel électronique achètent des microcircuits toutes fins qui sont souvent importés. Ils ne veulent pas financer un programme de R-D accompli par leur fournisseur. Cette attitude est défavorable à l'industrie canadienne et, en cas de progrès technique, elle le sera également pour ces utilisateurs de microcircuits toutes fins".

Le manque d'intégration verticale des firmes canadiennes d'électronique a limité l'effort de R-D, justifiant des mesures de l'État pour corriger la situation:

> "Nous connaissons bien les statistiques désastreuses sur l'effort national de R-D. Notre pays y consacre 1 G$, soit moins de 1 pour cent du PNB. Il se place ainsi au dernier rang des pays d'Occident. Si nous voulons qu'il émule ses concurrents, il lui faudra y ajouter deux autres G$. Comme le gouvernement a restreint les dépenses budgétaires, il faudrait prendre des mesures pour encourager l'industrie à financer plus largement la R-D; l'intégration verticale est certainement un bon moyen".

Les participants ont examiné les possibilités d'accroître l'intégration verticale de la branche de fabrication des microcircuits grâce à la concertation entre fabricants et utilisateurs. Il est apparu que le manque d'intégration verticale découlait de la multiplicité des

problèmes que l'industrie de fabrication doit traditionnellement résoudre: étroitesse du marché canadien, faible effort de R-D, forte mainmise étrangère, etc.

Les obstacles juridiques à l'intégration verticale

Certains participants ont indiqué quelques obstacles juridiques à l'intégration verticale. Certains aspects des lois sur les coalitions ne favorisent pas l'effort nécessaire de R-D. C'est ainsi qu'ils gênent la coordination du perfectionnement parallèle des modems, de la transmission des données et des machines de traitement des textes. La concertation des fabricants intéressés pour la réalisation de quelques grands projets améliorerait fortement le savoir-faire pertinent.

D'autres participants ne croyaient pas que la législation sur les coalitions faisait obstacle à l'intégration verticale des entreprises, à l'exception des concessions de services publics:

> "Lorsqu'on instaure une intégration verticale entre un concessionnaire de services publics comme Bell Canada et un fournisseur de matériel électronique comme Northern Telecom, on pénètre clairement dans un domaine régi par la législation sur les coalitions. Cependant, l'étude des obstacles juridiques doit prendre en considération les intégrations verticales de plus en plus nombreuses que connaît la branche étatsunienne des télécommunications avant-gardistes.
>
> La Loi relative aux enquêtes sur les coalitions n'est guère appliquée en matière d'intégration verticale. Si certaines firmes veulent réaliser une entreprise en coparticipation qui pourrait enfreindre la Loi, il leur est loisible d'éclaircir ce point au préalable avec les autorités compétentes. Depuis sept ans que je m'occupe d'appliquer cette législation, on ne m'a adressé que bien peu de demandes de ce genre. Selon moi, la faiblesse de l'effort de R-D et le peu d'intégration verticale des entreprises de cette branche sont dus à des facteurs autres que la Loi relative aux enquêtes sur les coalitions".

Le secret de fabrication, frein à l'intégration verticale

Dans la branche de l'électronique, très innovatrice, l'un des grands facteurs influençant le comportement des entreprises est le savoir-

faire technique issu des programmes de R-D. Les participants ont conclu que le désir de protéger ce secret de fabrication empêchait les firmes canadiennes ou les filiales de sociétés étrangères de conclure sans hésitations des accords de développement de produits en coparticipation.

Dans le cas des filiales de multinationales étrangères intégrées verticalement, c'est la valeur du secret de fabrication qui incite ces dernières à effectuer la R-D dans le pays du siège social. Certains intervenants ont indiqué que ce processus d'"intégration verticale transfrontières" inhibait l'intégration verticale au pays:

> "La plupart des entreprises hésitent à réaliser de grands programmes de recherches en coparticipation sur les microcircuits brevetés ou à effectuer de même le développement de n'importe quel autre produit, parce qu'il est difficile de conserver pour soi le savoir-faire qui en découle. A cet égard, il se peut que la mainmise étrangère sur certaines branches industrielles pose quelques problèmes. Comme toutes les autres firmes, les multinationales désirent préserver leurs secrets de fabrication. Mais elles peuvent s'intégrer par-dessus les frontières, dans leur propre sein. Bien entendu, le peu d'intégration verticale des entreprises canadiennes est dû aussi à d'autres facteurs que celui-ci".

L'intégration verticale transfrontières peut prendre deux formes: a) la filiale canadienne de la multinationale étrangère exporte des composants d'ordinateur vers les autres filiales; b) elle importe des composants microélectroniques de la société mère pour fabriquer des produits au Canada. L'intégration verticale transfrontières apparaît comme un processus de rationalisation des activités de fabrication des multinationales dans différents pays.

Cependant, alors que certains intervenants soulignaient les entraves à la R-D canadienne posées par la mainmise étrangère, d'autres évoquaient la croissance économique qu'elle procure au pays hôte, spécialement dans les branches à technologie de pointe et à forte croissance. Par le biais des techniques microélectroniques, les firmes d'électronique sont maintenant largement interdépendantes. Le jumelage

des compétences techniques nécessaires à la mise au point d'un produit oblige souvent les fabricants et les utilisateurs de nombreux éléments ouvrés à une intégration verticale de fait, et exige l'apport de toute une gamme d'entreprises auxiliaires, des cabinets d'experts-conseils aux fabricants d'éléments simples:

> "Il faut se rappeler que la rationalisation de la fabrication par les multinationales de la branche électronique a fait de nombreux apports à l'économie du Canada. Comme l'industrie de l'électronique est nouvelle et en pleine croissance, il lui faut collaborer de bon gré. Il ne s'agit nullement de faire connaître ses plans de fabrication. Bien des petites entreprises ont pu prospérer parce qu'il s'agissait d'une industrie en plein développement. Par exemple, de nombreux cabinets d'experts-conseils ont été créés, car un marché leur était ouvert par les grandes entreprises qui ont lancé la microélectronique.
>
> D'autre part, la prolifération des fabricants d'éléments simples qui se sont installés ne s'observe dans aucune autre branche industrielle. Ils deviennent très dépendants de leurs fournisseurs étrangers. Ce serait folie que de compter simplement sur ses propres capacités, ou sur sa propre usine. Les multinationales ont implanté au Canada une multitude de petites et moyennes entreprises qui constituent le réseau de fournisseurs indispensables à notre industrie de fabrication. Nous travaillons en étroite collaboration avec elles, ce qui a nécessité une communication de savoir-faire technique et une certaine aide gestionnaire là où il le fallait. Je pense que ces entreprises ont bénéficié de ces échanges".

D'autres participants ont fait remarquer que certaines multinationales étrangères ont montré, au Canada, un esprit civique plus développé que d'autres. Certaines ont accordé à leurs filiales canadiennes des exclusivités mondiales de fabrication d'un produit, dont la R-D est effectuée au Canada. L'économie canadienne bénéficierait largement d'une plus large attribution de ces exclusivités aux filiales canadiennes des multinationales étrangères.

Les multinationales qui adaptent certains dispositifs micro-informatiques aux besoins d'un autre pays peuvent concilier leur centralisation de la R-D au siège social et le désir du pays hôte que cet effort s'effectue sur leur territoire. Un intervenant, délégué d'une filiale

de multinationale étrangère, a décrit les activités de son entreprise au Canada, en matière d'adaptation des microcircuits aux appareils canadiens de télémesure. A la suite de l'obtention d'une exclusivité mondiale de fabrication auprès de la maison mère étatsunienne, cette filiale a pu intégrer verticalement ses activités de R-D et de fabrication dans un cadre de rationalisation nord-américain.

> "C'est le développement et la fabrication d'une gamme d'appareils de télémesure qui constituent le coeur de nos activités au Canada. Nous utilisons en général des micro-ordinateurs du commerce, sous forme de circuits gravés sur plaquette seule ou avec support, pour incorporation dans les appareils de télémesure. On les utilise pour l'exploitation des oléoducs, la détection sur ondes centimétriques, l'exploitation des fonderies et des raffineries, et autres activités du même genre".

Le cas particulier de l'intégration verticale dans la branche canadienne des télécommunications

Les participants estiment que la participation majoritaire de Bell Canada dans le capital social de Northern Telecom ltée, principal fabricant canadien de composants électroniques, a constitué jusqu'à présent la cheville ouvrière de l'effort de fabrication de microcircuits au Canada. Cette intégration verticale comporte les caractéristiques nécessaires au succès de cette activité. En offrant un débouché assuré à la production issue des efforts conjoints de développement entrepris dans les laboratoires de recherches Bell Northern, la société Bell Canada a permis à Northern Telecom de prendre une position dominante dans la fabrication du matériel informatisé de télécommunications, et de s'étendre à l'étranger. Sa compétitivité sur le plan international l'a aidée dans sa contribution au PNB et à l'emploi au Canada. De plus, les Canadiens, grâce aux matériels de Northern Telecom, disposent d'un réseau téléphonique sans pareil.

Cependant, tout en soutenant en général l'intégration verticale des entreprises, les participants ont reconnu qu'elle pouvait avoir des répercussions négatives.

L'intervention de l'État dans le domaine des services téléphoniques se justifie pour des raisons d'efficacité économique. Le gouvernement fédéral concède à la société Bell Canada le monopole des télécommunications pour que la population dispose d'un service téléphonique universel et efficace. Cependant, la participation majoritaire de Bell Canada dans le capital social de Northern Telecom la rend, selon certains, peu disposée à approvisionner d'autres entreprises canadiennes. C'est l'absence de possibilités d'action pour ces dernières qui constitue le principal défaut de l'intégration verticale dans cette branche industrielle.

Il faut remarquer qu'aucun des intervenants ne s'est déclaré contre l'intégration verticale. Ils ont évalué les rapports Bell Canada-Northern Telecom à la lumière de l'effort de pénétration du marché canadien de matériel de télécommunications par les entreprises étrangères:

> "L'intégration verticale est une structure de l'industrie que l'État pourrait encourager par des programmes ad hoc. Dans certains cas, cette structure cause des difficultés. Nous connaissons tous celles de l'association Bell Canada-Northern Telecom, lesquelles ont été étudiées attentivement par la Commission des pratiques commerciales restrictives. Un des principaux arguments en faveur de cette association est la contribution primordiale de Northern Telecom à la production de sa branche industrielle. Les débouchés préférentiels fournis par Bell Canada et d'autres réseaux téléphoniques canadiens à la production de Northern Telecom ont constitué un obstacle à l'envahissement du marché canadien par les fabricants étrangers. C'est l'argument principal que les cadres de Bell Canada et de Northern Telecom présentent lorsqu'on leur demande de justifier la position très dominante de cette dernière dans le marché canadien du matériel de télécommunications. Bien entendu, il serait possible d'améliorer ces rapports d'intégration de façon à laisser plus de possibilités d'action aux autres entreprises canadiennes.
>
> Le réseau téléphonique étatsunien de Bell s'approvisionne à presque 100 pour cent auprès de la société Western Electric parce que ses techniciens préfèrent des produits spécialement conçus pour leurs besoins, comme il est bien naturel. Mais les autres débouchés sont largement ouverts, et celui offert par le réseau téléphonique étatsunien devient de plus en plus accessible, à cause des objurgations de l'Administration des É.-U. Au Canada,

> les débouchés sont fort accessibles et, là aussi, Bell Canada préfère s'approvisionner auprès de Northern Telecom, parce que les produits de cette dernière ont été conçus en commun, en fonction des besoins de Bell Canada. Je crois que cette société devrait lâcher un peu les rênes. Elle s'approvisionne aussi auprès d'autres fournisseurs, mais elle pourrait le faire plus largement auprès de certaines entreprises canadiennes innovatrices".

L'action de l'État en faveur de la fabrication des microcircuits au Canada

Les subventions de l'État

De nombreuses administrations étrangères cherchent à développer leur branche de l'électronique en subventionnant les entreprises de fabrication des microcircuits, ce qui leur permet de mettre sur pied un potentiel de fabrication interne. Bien des participants ont estimé que l'Administration canadienne devrait faire de même. Cependant, ils ne croyaient pas tous qu'un programme de subventions constituerait une stratégie valable, à cause de l'ampleur des subventions nécessaires, et du risque de ces entreprises:

> "J'attire votre attention sur un rapport important publié dans le numéro du 3 décembre 1979 de Business Week, sous le titre "Les semi-conducteurs pourraient-ils survivre à la disparition des grandes entreprises?" Il intéresse la stratégie de l'État en matière électronique pour trois raisons: premièrement, il décrit le réaménagement de la branche étatsunienne de fabrication des microcircuits et d'autres branches étrangères. Deuxièmement, il analyse les sérieuses difficultés qu'ont éprouvées certaines grandes entreprises d'électronique. Troisièmement, et c'est peut-être son aspect le plus important, il décrit les répercussions, sur cette branche industrielle, des efforts des industries japonaises concurrentes, et l'action nationale lancée par le gouvernement nippon en ce domaine. Je souligne l'intérêt de ce rapport, parce que l'élaboration d'une politique canadienne en ce domaine exige l'analyse des politiques similaires des pays étrangers et des résultats obtenus par leur proche branche de l'électronique".

De nombreux intervenants ont indiqué leur désaccord, estimant que l'Administration canadienne devrait mettre sur pied un programme de subventions pour favoriser la création d'un potentiel de fabrication

des microcircuits. Un participant a estimé que la politique canadienne correspondante devrait prévoir un large effort de R-D et le fonder sur une aide financière à long terme de l'État aux entreprises concernées:

> "Lorsque l'Administration envisage la mise en oeuvre d'un programme de subventions, elle devrait évaluer les conséquences négatives de l'inaction en ce domaine. La branche de l'électronique a trop d'importance pour qu'on se contente de se demander s'il en résultera des bénéfices après un certain délai. Il suffit de se poser la question suivante: "Est-il préférable d'investir 100 M$ dans une exploitation qui ne donnera pas de bénéfices pendant 10 ans, ou de les virer à la Caisse d'assurance-chômage?" Je sais qu'elle est la bonne décision mais, pour l'instant, je doute que le gouvernement la prenne".

Les achats du secteur public

Un intervenant a souligné que les fabricants de microcircuits disposant de débouchés assurés chez des utilisateurs qui leur sont liés par des relations d'intégration verticale peuvent tirer profit des achats préférentiels du secteur public. Comme les marchés publics comprennent du matériel contenant des plaquettes, l'État ouvrirait ainsi des débouchés, non seulement aux fabricants de ces microcircuits, mais aussi à ceux qui les utilisent pour construire des appareils. Cet intervenant propose que l'Administration choisisse certains fournisseurs en fonction de leurs possibilités d'animer le développement de toute l'industrie microélectronique. Ainsi pourrait-elle favoriser la mise sur pied d'un potentiel canadien de fabrication microélectronique sans avoir à infléchir les progrès techniques dans une direction quelconque:

> "Au cours des débats récents sur les activités de l'industrie microélectronique, on a beaucoup parlé de la pénurie de microcircuits et de la nécessité de les fabriquer ici même. L'étude du problème conduit certains à croire que l'Administration devrait favoriser les entreprises les plus prometteuses de fabrication des microcircuits. Je ne pense pas que ce soit un moyen efficace pour développer cette industrie. A mon avis, le gouvernement commet une grave erreur en accordant la préférence aux entreprises qui ont déjà réussi. Il néglige un outil efficace, l'octroi de marchés publics, qui permettrait d'encourager toute la branche de la microélectronique. Depuis longtemps, les analystes soulignent

l'importance du pouvoir d'achat du secteur public. Il est très fâcheux qu'on n'ait pas réellement donné suite à cette observation car l'État ouvrirait ainsi un débouché de base aux fabricants de toute la branche de la microélectronique. Il en résulterait une multiplication des intégrations verticales nécessaires. C'est ce qui s'est passé pour la bureautique. Après tout, qu'est-ce que l'Administration? Des bureaux, en grande partie. Et ils ont besoin d'un réseau de télématique. Il ne serait pas bien difficile d'utiliser ces besoins pour développer la branche de la microélectronique, car il y existe déjà quelques entreprises très dynamiques. En outre, l'Administration octroie de nombreux contrats d'approvisionnement en matière de transports, d'exploitation des ressources et d'énergie. Et il est fort important de se rappeler qu'il s'agit d'une stratégie industrielle à mettre en oeuvre".

Groupements d'achat et autres stimulants

Au cours de l'Atelier, les participants ont aussi proposé des méthodes moins directes pour encourager la mise sur pied d'un potentiel canadien de fabrication des microcircuits. L'une d'elles consisterait à encourager financièrement les entreprises à acheter leurs plaquettes auprès de fournisseurs canadiens. Un intervenant a décrit comment les utilisateurs de ces plaquettes pourraient se grouper pour les acquérir d'un fabricant canadien:

"Lorsqu'on envisage l'approvisionnement des utilisateurs canadiens de microcircuits auprès d'une entreprise canadienne, c'est un problème de quantité qui se pose, celui que doivent résoudre de nombreux petits fabricants de composants électroniques: où trouver des débouchés assez grands pour justifier la mise en place d'une chaîne de fabrication? Les utilisateurs canadiens les plus grands sont approvisionnés par les multinationales, souvent leurs maisons mères. Il faudrait donc ouvrir un débouché assez important en dehors du circuit des multinationales, pour donner au nouveau fabricant de microcircuits le temps de mettre sur pied ses installations de fabrication. L'analyse des activités de certaines entreprises canadiennes très innovatrices qui importent les plaquettes dont elles ont besoin pour fabriquer leurs dispositifs informatisés montre qu'elles ne disposent pas d'une marge de temps suffisante pour permettre au nouveau fournisseur d'installer une chaîne de fabrication de microcircuits. Cependant, si on leur offrait des incitations suffisantes, certaines firmes se grouperaient pour s'approvisionner en plaquettes au Canada. Par exemple, si les membres de la CATA étudiaient ensemble leurs besoins, ils verraient certainement la possibilité de former un

groupement d'achat pour l'approvisionnement duquel certains fabricants canadiens pourraient installer une chaîne de fabrication de microcircuits".

Certains ont souligné la possibilité d'utiliser ces stimulants pour encourager les multinationales étrangères à s'approvisionner en plaquettes auprès des nouveaux fabricants canadiens, plutôt qu'aux É.-U.:

"L'Administration pourrait fournir des stimulants de ce genre aux multinationales qui s'approvisionnent au Canada. Sans vouloir les critiquer, disons qu'elles préfèrent s'approvisionner auprès d'Intel, par exemple, plutôt que de s'adresser à des fournisseurs canadiens, à cause du coût des composants fabriqués ici. S'il existait un programme de compensation du coût supplémentaire de l'approvisionnement en composants canadiens, la fabrication de microcircuits au Canada pourrait démarrer. Pour la petite entreprise, ce serait le genre de protection que Bell Canada a fourni à Northern Telecom".

Coordination directe de l'activité des entreprises

La plupart des participants ont exprimé leur soutien à un programme officiel d'encouragement à l'intégration verticale entre fabricants et utilisateurs canadiens de microcircuits, mais certains ont indiqué que l'importance de cette activité pour le Canada justifiait une intervention plus directe de l'État, adjoignant la technique du "bâton" à celle de la "carotte":

"Je comprends les préoccupations de ceux qui veulent éviter une orientation autoritaire de l'économie et préfèrent que l'État se contente de fournir des incitations. Notre entreprise oeuvre dans bien des branches industrielles et nous ne voulons pas que l'Administration nous dicte ce qu'il faut faire. Mais nous nous sentons mal à l'aise quand on nous dit que l'Administration devrait se contenter de mettre en place les conditions qui permettraient, espère-t-on, le développement spontané des entreprises de fabrication des microcircuits qui sont si nécessaires au Canada. Or, dans cette activité cruciale, nous ne nous trouvons pas actuellement dans une situation bien meilleure que celle d'un pays du Tiers Monde. Notre industrie survit en important des plaquettes et en les incorporant à ses produits, mais c'est grâce à l'étranger. Nous croyons qu'il est temps d'imposer une coordination quelconque en ce secteur particulier, à l'avantage de toute

l'industrie canadienne. L'exemple d'un ou deux constructeurs de matériel de télécommunications qui fabriquent leurs propres microcircuits ne peut être reproduit, car il résulte d'un monopole de fait. Mais ces marchés privilégiés n'existent pas dans bien d'autres secteurs, et c'est pourquoi nous avons besoin d'une certaine coordination. Celle-ci permettrait la création d'un potentiel de fabrication de microcircuits, indispensable au Canada. L'Administration doit pousser l'industrie canadienne à fabriquer ces plaquettes, fondement du futur développement de l'économie. Suivons l'exemple de petits pays comme la Hollande ou la Belgique lesquels, contrairement au Canada, n'ont guère de ressources naturelles. Pourtant, leur production est exportée dans le monde entier, parce que leur gouvernement s'y intéresse directement. Qu'attend donc le nôtre?"

Cette proposition de "coordination obligatoire" a attiré les critiques des représentants des multinationales. Ils ont fait ressortir que les activités transnationales "réagissent mieux à la carotte qu'au bâton". Un intervenant a décrit la nature des avantages immédiats de la manière forte:

"La politique générale qui influence le plus les décisions commerciales des grandes entreprises est, selon moi, celle qui s'efforce d'encourager les affaires. Bien sûr certains pays comme le Mexique, et plus récemment le Brésil, ont fait de très fortes pressions pour que nous implantions certaines de nos usines sur leur territoire. Au mieux, ils ont obtenu ainsi un succès à court terme en acquérant des activités générales de fabrication qu'ils n'auraient pas obtenues autrement. Cependant, en général, la plupart des multinationales ont tendance à investir dans le pays qui offre les conditions le plus encourageantes, et avant tout une bonne conjoncture économique et un régime politique stable. Comme beaucoup de pays possèdent ces avantages à un degré similaire, c'est la réussite de leurs affaires qui constitue le facteur décisif pour les multinationales. Elles accroissent leurs investissements si leurs affaires se développent, ce qui concilie la pratique des affaires internationales et les intérêts du pays hôte".

Un autre intervenant a exprimé son scepticisme au sujet de la coordination de leurs efforts par les entreprises et de l'action de l'État pour la favoriser. Selon lui, la meilleure méthode de production au Canada consiste à laisser l'entreprise canadienne diriger la mise au point du produit et encaisser les bénéfices de sa fabrication:

"Les tentatives de coordination et les entreprises en coparticipation sont des méthodes fort difficiles à mettre en oeuvre. C'est pourquoi notre entreprise n'y recourt qu'en dernier ressort. Le développement de n'importe quel produit exige qu'une firme prenne les devants et accepte des risques élevés. Et seule la possession des avantages découlant de la mise au point d'un produit justifie véritablement l'acceptation de ces risques.

Le projet de mise au point d'un produit en coparticipation peut sembler bon sur le papier, parce qu'il permet de répartir les risques. Cependant, la nature de cette activité cause habituellement des mésententes entre partenaires. De plus, les firmes canadiennes qui essaient de mettre sur pied une entreprise en coparticipation avec une firme en mains étrangères, surtout étatsuniennes, se heurtent à des difficultés particulières. L'exemple récent de Spar Aérospatiale, qui désirait construire des satellites au Canada, a montré qu'elle ne pouvait négocier avec la société RCA un accord qui l'aurait permis. Les partenaires éventuels n'étaient pas à blâmer, car les entreprises transnationales en coparticipation sont fort difficiles à mettre sur pied".

IV LA PÉNURIE DES COMPÉTENCES

Les spécialistes en logiciels

Les applications des commandes automatiques

Avant l'avènement des microprocesseurs, la plupart des applications des commandes automatiques concernaient la conduite des processus industriels par mini-ordinateur. Avec l'arrivée des microprocesseurs et d'autres dispositifs de micro-informatique sur plaquette, les possibilités de la commande automatique sont devenues presque sans limites. Dans presque tous les secteurs de l'économie, on utilise des appareils et des dispositifs informatisés qui peuvent exécuter des tâches complexes, sans intervention humaine. Mais ils nécessitent une programmation très complexe.

L'offre d'emplois aux programmeurs expérimentés va énormément augmenter, mais peu de diplômés d'université canadienne spécialisés en cette matière ont la formation technique ou la connaissance des appareils et l'expérience réclamées par l'industrie canadienne. D'un côté, les départements d'informatique ont tardé à articuler leur programme d'enseignement avec ceux des départements de physique ou d'ingénierie. Et, de l'autre, les diplômés des facultés d'ingénierie ayant une formation en programmation n'ont pas encore la connaissance fondamentale des systèmes, nécessaire pour la conception des dispositifs micro-informatiques.

Un intervenant a rapporté les conclusions d'une étude récente sur l'enseignement universitaire, et qui concernaient les progrès de la micro-informatique:

> "L'année dernière, j'ai fait partie du Comité des méthodes industrielles de l'Association canadienne des producteurs de pâtes et papiers. Ceux-ci recrutent difficilement des spécialistes pour l'élaboration et l'entretien des ordinateurs de conduite du processus de fabrication. Afin de découvrir d'où proviennent les spécialistes qualifiés, nous avons effectué une étude assez détaillée de tous les cours et programmes universitaires, y compris ceux des facultés d'ingénierie ayant trait au domaine informatique et ceux du département d'informatique lorsqu'il en existait un dans l'université, sinon ceux du département de mathématiques.
>
> Nous avons ainsi relevé des cours d'optimisation, d'analyse numérique et de programmation comme la conception des banques de données, l'analyse des systèmes et des sujets similaires. Nous avons noté des différences du niveau moyen du programme des facultés d'ingénierie dotées d'un département d'informatique. Nous avons aussi remarqué que, si les départements d'informatique et les facultés d'ingénierie offraient des cours de programmation et d'analyse similaires, les étudiants en ingénierie acquéraient une bien meilleure formation en physique, techniques physiques, commande des processus, analyse des applications, et utilisation des ordinateurs de traitement de signaux et des systèmes en temps réel. Ces cours n'étaient donnés dans aucun des départements d'informatique.
>
> Il s'agit là d'une lacune importante, parce que beaucoup de dispositifs micro-informatiques nécessitent l'acheminement immédiat du flux d'entrée sous forme de signaux matériels, ou la commande en temps réel d'un processus ou d'un mécanisme. Cette utilisation contraste avec celle des ordinateurs ne traitant que des données. La plupart des gens croient que toute l'informatique se résume à l'entrée des données et la sortie d'imprimante. De nombreux chefs d'entreprise que j'ai interrogés estiment que les diplômés des écoles d'ingénierie ont les connaissances et la formation nécessaires, mais que ceux des départements d'informatique n'ont pas acquis de formation dans des domaines importants pour le poste auquel on les destine".

Un intervenant a prédit que le penchant pour les mathématiques des professeurs d'informatique perdra de sa force, à mesure que les départements d'informatique devront prendre en compte l'influence de la microélectronique sur la branche industrielle de l'ordinatique. Un

autre a déclaré que les programmes de cours facultatifs des universités ont tendance à amalgamer les domaines du matériel et du logiciel, et il considère ce fait comme un signe prometteur:

> "Je crois aussi que le secteur privé aura besoin d'un plus grand nombre de spécialistes de l'automatique industrielle et qu'un certain nombre d'universités peuvent donner cette formation. Par le passé, l'enseignement de l'électrotechnique était fortement axé sur l'équipement, et celui de l'informatique sur le logiciel. Cependant, dans certaines universités, les départements d'informatique recommandent maintenant à leurs étudiants de suivre des cours facultatifs en électrotechnique. Ainsi les spécialistes que vous réclamez commencent à sortir des universités. Celles-ci, bien entendu, ont encore beaucoup de chemin à parcourir, mais je pense qu'elles voient la nécessité de former ce genre de diplômés".

Cependant, ce n'est que l'opinion de la minorité des participants. La plupart d'entre eux ont estimé que les universités ne se pressaient guère de fournir à l'industrie canadienne les programmeurs compétents dont elle a besoin.

Un représentant du secteur privé, dont l'entreprise s'intéresse aux applications de la micro-informatique en temps réel, a déclaré que la simple amalgamation des programmes d'informatique et d'électrotechnique était insuffisante pour satisfaire les besoins récents de l'industrie en spécialistes. Il lui faut disposer de spécialistes de la systémique connaissant matériel, informatique et logiciel. Ceux-ci acquièrent ces capacités en travaillant dans l'industrie:

> "La systémique permet de concevoir des applications micro-informatiques. Des systémiciens familiers du logiciel et du matériel informatique sont donc nécessaires pour élaborer les dispositifs à microcircuits. En d'autres termes, il faut former des spécialistes des systèmes et du logiciel, et des spécialistes des systèmes et des circuits électroniques utilisés dans les ordinateurs. Ces spécialistes sont fort difficiles à découvrir, à moins qu'ils ne travaillent déjà depuis un certain temps dans la branche de la microélectronique. Mais il ne suffit pas de les découvrir: il faut les disputer à d'autres donneurs d'emploi. Nous avons essayé de recruter dans les universités des diplômés des 2^{e} et 3^{e} cycles dans ces disciplines. Eh bien, même à ce niveau, rares sont les spécialistes du logiciel qui ont du talent, c'est-à-dire

l'aptitude de saisir la tâche réelle à accomplir au delà du simple logiciel et du programme. Peut-être sommes-nous malchanceux: je doute cependant que d'autres entreprises aient pleinement réussi à recruter des spécialistes capables d'élaborer le logiciel des dispositifs micro-informatiques".

Un autre sceptique croit, lui aussi, que ces connaissances sont acquises au cours du travail dans la branche de la micro-informatique:

"Je ne crois pas que nos établissements d'enseignement supérieur habituels peuvent former un nombre de diplômés suffisant à satisfaire les besoins de cette spécialité informatique en plein essor. Vous cherchez l'oiseau rare si vous demandez à un diplômé en informatique d'être un expert du matériel informatique, du logiciel et, en plus, des systèmes et de leurs applications particulières. J'ai pourtant certains de ces spécialistes dans mon entreprise, et depuis vingt-cinq ans. C'est dans notre branche industrielle qu'ils ont acquis la connaissance des systèmes. Ceux d'entre vous qui croient qu'en quatre ou cinq ans d'université on peut acquérir ces compétences se font des illusions".

Un participant a souligné que la branche de la microélectronique n'a pu former suffisamment de spécialistes des systèmes pour concrétiser les nombreuses applications possibles des dispositifs microélectroniques:

"Nos entretiens avec les cadres de firmes s'occupant de dispositifs microélectroniques, incorporant des microprocesseurs dans leurs produits, et ayant d'autres activités similaires, m'ont montré la grande pénurie d'électrotechniciens connaissant les logiciels et les systèmes capables de les utiliser dans les dispositifs micro-informatiques".

Un autre intervenant a fait ressortir qu'en dépit des difficultés de l'enseignement de la systémique à l'université, on pouvait cependant en espérer des résultats intéressants:

"A cause de l'évolution rapide des applications de la microélectronique, et de la nécessité d'affronter la concurrence étrangère, il nous faut obtenir de très bons résultats de cet enseignement. Nous ne pouvons gaspiller le temps disponible. Actuellement, nos universités donnent une formation de quatre ou cinq ans dans des spécialités qui évoluent considérablement dans l'intervalle. D'autre part, et c'est l'objet de ma principale critique, elles ne

> mettent pas sur pied de programme général de formation en systémique. Je devine la difficulté de cette entreprise, en raison du manque d'insertion des universités dans le "monde réel". Cependant, la mise en oeuvre d'un programme complet de formation universitaire en systémique aiderait considérablement la branche de la microélectronique. Il devrait mettre l'accent sur la robotique industrielle, parce que c'est une spécialité d'enseignement difficile. Grâce aux spécialistes ainsi formés, la branche canadienne de l'électronique se trouverait bien placée, car les autres spécialisations nécessaires à la réalisation des dispositifs micro-informatiques, dans les domaines du logiciel et du matériel informatique, s'acquièrent beaucoup plus facilement. Mes espérances sont grandes, car ce sont les spécialistes les plus demandés. Nous devons nous assurer que, d'ici à la sortie de la première promotion de ces systémiciens, leur formation aura tenu compte des besoins de l'industrie à ce moment-là. Bien des choses peuvent être accomplies, même sans crédits supplémentaires. Un certain nombre de cours se trouvent au programme sans avoir l'importance de la formation à la systémique. On améliorerait la qualité de l'enseignement en les remplaçant".

On a aussi proposé la mise en oeuvre plus fréquente de programmes de cours et stages alternés (co-op programs), comme le fait l'Université de Waterloo. Les étudiants se trouvent ainsi mieux préparés à l'activité industrielle que s'ils sortent sans aucune expérience de l'université:

> "Je voudrais que le dernier intervenant nous dise s'il engage beaucoup de diplômés de l'Université de Waterloo [la réponse est oui]. Nous embauchons également beaucoup d'étudiants de cette université, car ils acquièrent quelque expérience industrielle par des stages au cours de leurs études: je crois que les résultats sont très favorables. Ma thèse est corroborée par la réponse affirmative que je viens d'obtenir. Peut-être ce couplage entre université et industrie permettrait-il de remédier à la pénurie de systémiciens. Les diplômés de l'Université de Waterloo montrent beaucoup plus de bon sens que ceux d'autres universités qui n'ont accompli aucun stage industriel".

Cependant, la plupart des participants ont estimé qu'il faudrait réorganiser les départements d'informatique, et l'un d'eux a proposé que les universités revoient la définition du logiciel en robotique industrielle:

> "Je crois que les universités devraient introduire quelques changements dans leurs programmes, pour remédier à la pénurie de spécialistes. Peut-être devraient-elles commencer par reconsidérer la nature du logiciel. Il ne s'agit plus maintenant d'un simple codage, mais bien de la mise en oeuvre d'une suite de connaissances commençant par la systémique et finissant par l'exploitation du matériel et du logiciel. L'industrie canadienne a besoin de spécialistes des dispositifs micro-informatiques, capables de maîtriser les diverses phases d'une réalisation, et ainsi d'élaborer le logiciel adapté à l'appareil en cours de conception".

L'utilisation des unités de recherche documentaire

Le matériel et le logiciel utilisés en bureautique servent généralement à l'exploitation d'unités de recherche documentaire. Bien que l'on ait déjà réalisé des gains considérables de productivité, il est possible de faire beaucoup mieux. Les participants ont attribué à la pénurie de logiciel le déclin des ventes d'unités de recherche documentaire et l'utilisation insuffisante des équipements existants.

Cette pénurie provient de la croissance phénoménale de la branche canadienne des services en programmation. On estime que, d'ici 1990, le chiffre d'affaires de cette branche pourrait dépasser celui de la branche de la construction d'ordinateurs. Cependant, on ne peut pas bien se représenter l'importance du logiciel quand on considère seulement le seul logiciel breveté des services en programmation. Les entreprises qui acquièrent ce logiciel à l'extérieur consacrent généralement de grands efforts financiers à l'élaboration de logiciel en leur sein même:

> "Je crois que la plupart des gens ignorent l'ampleur du développement du logiciel. En effet l'origine de ce dernier n'a pas d'importance réelle, tant qu'il répond aux besoins des entreprises. Ce n'est pas à l'acquisition de logiciel breveté qu'elles consacrent la plupart des crédits pertinents. Comme il existe à l'heure actuelle des installations informatiques coûtant environ 95 milliards de dollars, le logiciel qui leur est nécessaire, si l'on y inclut le coût du travail des spécialistes à l'emploi d'innombrables entreprises, de la programmation et de l'analyse effectuées pour les applications, représente probablement de 150 à 250 G$. Ce domaine du logiciel est donc déjà d'importance

> financière plus grande que celui du matériel informatique. La branche des services en programmation est responsable d'au plus 5 pour cent de tout ce logiciel élaboré, qui représente un domaine d'activité énorme. Cependant, un facteur encore plus important est celui des limitations imposées à la branche des services en programmation par la pénurie de spécialistes, ce qui les gêne pour fournir aux entreprises utilisatrices le logiciel dont elles ont besoin pour utiliser au maximum leur équipement informatique".

Les analystes de cette branche qualifient de "bureautique" la mise en oeuvre des dispositifs informatiques de documentation dans les bureaux afin d'accroître leur productivé de façon spectaculaire. Dans ce but, il est indispensable d'établir des liens télématiques entre les ordinateurs des différents organismes intéressés, ce qui permet d'automatiser les fonctions nouvelles des bureaux. Les grandes sociétés découvrent l'intérêt économique des réseaux télématiques en matière de transactions financières et de transmission des données. Certains intervenants ont fait remarquer que si la télématique intéresse surtout les grandes entreprises à l'heure actuelle, elle progresse rapidement parmi les petites et moyennes firmes, et même chez les particuliers. La technologie télématique du Vidéotex ne fera que multiplier ces débouchés:

> "En matière de télématique, trois genres d'entreprises auront besoin de logiciels: premièrement, les grandes sociétés qui disposent de la plupart des équipements informatiques déjà installés, auront besoin de logiciel pour leurs calculs et leurs communications. Les PME, où la bureautique n'a pas encore pénétré, offrent des débouchés nouveaux. A mesure des progrès de la microélectronique sur le plan coût/rendement, des PME de plus en plus nombreuses automatisent leurs travaux de bureau. Finalement, les services documentaires par Vidéotex, au stade encore expérimental, ouvrent de belles perspectives d'avenir. A l'heure actuelle, on voit clairement que cette technologie n'est pas encore arrivée à maturation. Il est certain que dans vingt ans la branche télématique ne ressemblera pas du tout à celle que nous connaissons".

Étant donné que le Vidéotex en est encore au stade expérimental, les débouchés qu'il offre au logiciel ne sont pas encore ouverts, mais

ceux de la bureautique sont de grande envergure et ne cessent de grandir:

> "Les débouchés que les PME offrent au logiciel sont aujourd'hui phénoménaux. Il existe environ 4 000 entreprises canadiennes dont le chiffre d'affaires annuel dépasse 10 M$. La plupart de ces firmes disposent déjà de trois ordinateurs en moyenne. Mais quelque 56 000 firmes ont un chiffre d'affaires se situant entre 500 000 $ et 1 M$. Ces entreprises recherchent des spécialistes capables de concrétiser les applications industrielles de l'informatique, et bon nombre d'entre elles n'ont même pas encore d'équipement informatique. A mesure que celui-ci devient plus abordable, la pénurie d'informaticiens s'aggrave. Comme vous pouvez le voir, le marché des PME crée, à lui seul, une pénurie de matière grise".

La conjoncture créée par l'utilisation du matériel microélectronique contribue à la pénurie de spécialistes, particulièrement du logiciel nécessaire pour l'utilisation maximale du formidable équipement informatique dont disposent les grandes sociétés. Les réseaux électroniques de virements de fonds, les opérations bancaires au point de vente et les transmetteurs de courrier électronique sont des exemples de domaines dont la croissance dépend de la disponibilité de logiciel:

> "Nos cadres estiment que le mode d'utilisation de la technologie microélectronique constitue l'une des questions qui se posent depuis longtemps aux grandes entreprises. C'est pourquoi nous agissons aussi en consultants. Outre l'élaboration du logiciel nécessaire à nos clients, nous leur fournissons des avis d'expert et nous les éclairons. Ces clients s'efforcent d'utiliser la technologie informatique pour faire prospérer leurs affaires et aider leur personnel. Malheureusement, ils considèrent l'informatique comme une boîte magique, sauf l'application industrielle qu'ils en font ou l'ordinateur qu'ils utilisent. Selon eux, on introduit équipement et logiciel dans la boîte et: passez muscade! on en sort des applications industrielles et des réponses aux problèmes. Notre tâche consiste donc à leur expliquer la nature de cette boîte magique, afin qu'ils puissent en tirer de meilleures applications industrielles.
>
> La comparaison des performances nous montre que ces grandes entreprises passent par une période d'essai de l'équipement informatique dont elles disposent. Leur principale préoccupation ne porte pas sur le matériel qu'on met au point, mais plutôt sur la

manière d'utiliser celui qui existe. Les constructeurs d'ordinateurs le savent mieux que tout autre. Ceux qui vendent des unités centrales et autres matériels coûteux sur le marché canadien savent que leur chiffre d'affaires diminuera si leurs clients ne réussissent pas à améliorer les applications industrielles parce que le logiciel n'est pas au point. Le développement de la bureautique n'ouvrira des débouchés à la branche de construction des ordinateurs que si l'on élabore des logiciels avant-gardistes pour le couplage homme-ordinateur. Il en sera de même en bureautique pour le couplage entre ordinateurs; il faudra rendre les dispositifs compatibles, particulièrement en matière de virements bancaires électroniques, d'opérations bancaires au point de vente, de courrier électronique et ainsi de suite. Le logiciel est vraiment ce qui anime ces dispositifs, et les grandes entreprises en dépendent largement. Le développement de l'équipement informatique est conditionné par celui du logiciel. Ou, si vous le préférez, le logiciel apparaît comme le carburant de ces machines".

Le système d'enseignement actuel ne dispense pas la formation en élaboration de logiciel dont on a besoin pour la mise en oeuvre des réseaux documentaires informatiques. Un intervenant s'est inquiété du niveau des spécialisations indispensables, et a reconnu que l'expérience acquise sur le tas débouche sur un meilleur niveau de compétence; mais il a souligné qu'on connaît mal l'éphémérisation des connaissances acquises à l'université, et il a prédit que les programmeurs diplômés pourraient connaître bientôt le chômage. Mais, chose importante, on ne résoudra, pas selon lui, la pénurie de logiciel. Ce qu'il faut, c'est une percée technique qui permettrait aux utilisateurs de mettre au point leurs propres applications industrielles à partir du logiciel disponible. Il estime qu'il faudrait encourager les entreprises qui mettent au point ces techniques:

"Bien entendu, il y a pénurie de spécialistes. Mais elle n'est pas telle que l'utilisateur de logiciel cherche à embaucher n'importe quel programmeur. La gamme fantastique des interfaces et des techniques informatiques est hors de portée des débutants. Elle n'est accessible qu'à ceux qui ont des compétences de niveau moyen ou élevé, acquises pendant des années d'emploi dans la branche de l'informatique. Les universités ne peuvent tout simplement pas donner une formation à ce niveau. C'est pourquoi il faut revoir la façon dont nous considérons cette pénurie de spécialistes. Ceux qui la quantifient en soustrayant le nombre de

programmeurs diplômés de l'offre d'emplois perdent leur temps. Les chiffres obtenus sont totalement erronés, car ils portent sur une population de spécialistes ayant changé d'emploi dans les différentes branches industrielles au cours des cinq dernières années. Vous pourrez même noter la situation étrange de ces diplômés qui ne pourront trouver de travail au cours d'une pénurie extrême de spécialistes. Je crois que cela se produira vers 1982. Espérons que je me trompe et que ces diplômés trouveront à se caser. Mais le fait est que ceux-ci ne mettront pas fin à la pénurie de spécialistes. Les entreprises intéressées attendent avec impatience des percées techniques dont la plus remarquable permettrait l'utilisation de logiciel usuel pour mettre au point des applications. On a déjà fait des progrès importants dans ce rapprochement de la programmation et de l'utilisateur. Lorsque cette pénurie de spécialistes sera passée, nous assisterons à un changement considérable des conditions de mise au point des applications. Nous verrons les débouchés de la bureautique s'ouvrir d'une façon impensable actuellement. Je crois donc qu'il faut aider dès aujourd'hui toute entreprise utilisant ses moyens humains pour développer ce nouvel outil".

La plupart des participants estimaient qu'une percée technique remédiant à la pénurie de logiciel ne pouvait être envisagée qu'à longue échéance:

"Bien entendu, on mettra au point davantage de nouvelles techniques d'élaboration du logiciel qui faciliteront la programmation des applications. On a réalisé des progrès dans le domaine de la microprogrammation, et de plus en plus de logiciel est chargé dans des mémoires mortes. On trouve de plus nombreux paquetages de logiciel d'avant-garde et des langages mieux adaptés. Ces moyens nouveaux rendent l'ordinateur beaucoup plus accessible à l'utilisateur. Mais je ne crois pas qu'ils puissent réellement remédier à la pénurie de spécialistes. Bien entendu, nous devrions perfectionner encore plus ces moyens et les proposer outre-frontières. Mais il reste que, vers 1985, nous connaîtrons la pénurie la plus sérieuse d'informaticiens, laquelle imposera un fardeau insupportable d'élaboration du logiciel à la branche de l'informatique. C'est pourquoi il nous faut, à court terme, trouver d'autres solutions".

Un autre intervenant a exprimé son accord, et souligné que les progrès des ordinateurs d'accès facile réduisaient le chiffre d'affaires de la branche des services en programmation et introduisaient de nouveaux concurrents:

"Je crois qu'il ne faut pas sous-estimer les possibilités à long terme de l'ordinateur d'accès aisé. De plus en plus d'entreprises, grâce à lui, s'affranchissent des services en programmation spécialisée. Cette évolution a des aspects à la fois favorables et défavorables. On s'inquiète de l'achat d'équipement informatique par toutes ces entreprises, spécialement les plus petites. Il ne s'agit sans doute pas d'un risque financier bien grand, mais plutôt de l'influence de cet équipement sur la stratégie de l'entreprise. Dès que l'ordinateur devient la cheville ouvrière de cette dernière, il peut la mener à la ruine si les cadres de direction ne savent pas utiliser judicieusemnt les possibilités de l'informatique. On note, d'autre part, que celle-ci effraie de moins en moins certains utilisateurs, et à juste titre. Beaucoup s'intègrent à la branche des services en programmation, en y voyant des occasions d'automatiser certaines fonctions dans leur propre entreprise grâce à l'utilisation de leur propre logiciel; mais ils estiment souvent que ce dernier est d'emploi plus général, et ils s'efforcent de le vendre à d'autres utilisateurs. Comme la plupart des participants à cet Atelier, je crois qu'il s'agit d'un processus en cours qui dépouillera l'informatique de son auréole de mystère".

L'élaboration automatisée du logiciel

Un intervenant a déclaré que bon nombre des autres participants ne comprenaient guère la nature du logiciel utilisé pour la mise au point des applications. Comme l'équipement et les paquetages de logiciel toutes fins ne permettent pas encore aux utilisateurs non spécialisés d'élaborer le logiciel des applications, leur charge de programmation n'en est guère allégée. Cet intervenant s'intéressait particulièrement à une nouvelle gamme de programmes qu'il qualifie de "producteurs d'applications", et il a fait notamment ressortir l'importance d'un large soutien de l'État, à cause de leur action favorable sur la productivité. En facilitant énormément l'utilisation des unités informatiques, ce logiciel "producteur d'applications" aiderait à la mise en place de grands réseaux de bureautique:

"C'est un nouveau genre de technologie qui remédiera à la pénurie de spécialistes. Mais bien des gens de la branche de l'informatique ne sont pas au courant de sa nature. Il s'agit d'une toute nouvelle approche dans l'élaboration du logiciel qui n'a pas été conçue dans un cadre systémique. Elle est simplement manifestée, en changeant complètement le processus d'élaboration des programmes. Ce logiciel producteur d'applications a pourtant des

débouchés potentiels énormes et celui qui a été élaboré jusqu'à présent ne fait que fort peu pour satisfaire la demande. Les utilisateurs effectifs veulent à tout prix réduire les délais et le coût de la mise en oeuvre des équipements informatiques. C'est là un besoin à noter, et sa satisfaction exige un encouragement des investisseurs, un mode de financement bien adapté et des subventions particulières. L'État devrait accorder la priorité à la satisfaction de ce besoin, car un accroissement de la productivité de l'élaboration du logiciel se répercuterait dans les bureaux. La grande question est l'utilisation qu'en feront les grandes entreprises. Ce genre de logiciel est indispensable au développement des opérations bancaires au point de vente, des virements bancaires électroniques de fonds et autres brillantes perspectives de l'informatique pour les grandes entreprises. Dans ce secteur, le retard des applications est énorme, et il est certainement urgent de leur accorder des stimulants particuliers".

La politique d'immigration

La pénurie grandissante de spécialistes dans les entreprises de pointe a mis en relief les incompatibilités de leurs besoins avec la politique canadienne d'immigration. On a estimé que les modalités actuelles exceptant certains spécialistes étaient trop rigides, et réclamé une approche plus souple qui permettrait aux spécialistes de certaines catégories où se manifeste une pénurie d'immigrer au Canada. Les participants ont senti l'aspect délicat de cette question, mais ils ont estimé que le gouvernement devrait appréhender les incidences de la politique d'immigration sur le potentiel technique du pays:

"Je ne critique nullement les diplômés des universités canadiennes qui, selon notre expérience, sont fort bien formés. Cependant, durant tout l'Atelier, nous avons souligné que la connaissance de la systémique était acquise au travail dans la branche de l'informatique. Dans notre spécialité, la conception des modems, par exemple, il n'y a probablement pas plus de 10 ou 30 personnes qui possèdent ces compétences particulières au Canada. Elles occupent toutes un poste excellent dans leur organisme employeur. Donc, nous ne disposerions rapidement d'aucun personnel spécialisé si nous voulions réaliser un projet. Il faudrait, pour le bien de l'économie du pays, que nous puissions engager à l'étranger ce personnel qui n'existe pas ici. Or c'est assez difficile, car il nous faut obtenir une dérogation particulière auprès du ministère de l'Immigration; cette procédure rend presque impossible l'entrée au Canada du spécialiste dont nous avons besoin. Il faudrait

assouplir les formalités de façon que les entreprises canadiennes puissent engager les spécialistes étrangers dont elles ont besoin. Ce seront les facteurs de croissance de notre futur potentiel technique".

De nombreux participants ont fait remarquer qu'on ne doit pas utiliser la pénurie de spécialistes pour critiquer exagérément l'oeuvre des universités canadiennes. Certaines d'entre elles fournissent à l'industrie des diplômés de formation supérieure. Un intervenant a souligné que le faible nombre d'étudiants s'inscrivant aux programmes des 2e et 3e cycles empêche les universités de mieux faire, et il a proposé de changer la politique d'immigration pour que des étudiants étrangers puissent s'inscrire aux programmes des cycles supérieurs, dans les limites des places disponibles, ce qui remédierait à la pénurie de spécialistes:

"Certaines universités canadiennes contribueraient plus largement à la formation des cadres industriels si un nombre suffisant d'étudiants acceptaient de s'inscrire aux programmes des cycles supérieurs. Tel est le programme de formation des attachés de recherche de l'Université de Waterloo, qui permet aux diplômés récents du 2e cycle d'acquérir, pendant un à quatre ans, de l'expérience en R-D de pointe avant d'entrer dans l'industrie. Les responsables ont rencontré d'énormes difficultés pour recruter des étudiants canadiens: la liste des demandes d'inscription aux programmes de second cycle montre que la plupart proviennent d'étudiants étrangers, particulièrement du Tiers Monde. Ceux-ci sollicitent à grands cris la permission de s'inscrire. Si les universités en acceptaient davantage et que la loi d'immigration leur permettait de rester après collation des grades, la pénurie de spécialistes s'estomperait. Je sais qu'il s'agit d'une question névralgique. On ne devrait pas utiliser la loi d'immigration comme un robinet; mais il va falloir agir si le nombre d'inscriptions aux cycles supérieurs continue de baisser".

La réduction sélective des crédits aux universités et leur financement

Les participants ont considéré que la réduction des budgets universitaires, dans le cadre de la politique de limitation des dépenses du secteur public, était fort antiproductive. Ces compressions ont bloqué la mise en oeuvre de programmes de formation supérieure des cadres dont l'industrie a besoin. L'Administration devrait s'assurer que les

compressions budgétaires ne mettent pas en danger les programmes de formation des spécialistes dont la branche de l'électronique a besoin pour se développer:

> "C'est l'adéquation de l'infrastructure pédagogique qui déterminera le futur de la branche canadienne de l'électronique. L'enseignement supérieur actuel forme des cadres industriels de qualité. Mais il n'y a pas suffisamment d'inscriptions d'étudiants pour satisfaire les besoins de l'industrie. Le développement de la branche de l'électronique nécessite bien plus de spécialistes que ceux dont elle dispose actuellement. C'est là un facteur crucial dont les organismes de l'État qui régissent les budgets de l'enseignement devraient tenir compte. S'il leur faut réduire les coûts, ils devront avoir à l'esprit la gamme très diverse des spécialistes dont la branche de l'électronique a besoin. Les compressions devront être très sélectives pour éviter de réduire encore plus le flux de diplômés dans des spécialités très demandées, et si utiles à l'économie".

La pénurie de technologues en microélectronique réduit le potentiel de R-D. Pour y remédier, le Cabinet a annoncé l'affectation d'une partie du Fonds de développement de l'électronique, qui contient 50 M$, au financement d'instituts de recherches sans but lucratif ou de "centres d'excellence". Contrairement aux centres de diffusion collective proposés par le Conseil pour l'avancement de la technologie "CAD/CAM" [Cafo], ces instituts de recherche se chargeraient de la diffusion générale du nouveau savoir-faire en microélectronique. Cette activité permettrait de réduire les besoins en spécialistes des organismes privés effectuant de la R-D.

En avril 1979 le Cabinet avait annoncé l'attribution, en trois ans, de 50 M$ au Fonds de développement de l'électronique. Cependant, dix-huit mois passèrent avant que le Conseil du Trésor n'entérine les crédits budgétaires correspondants. Les participants ont critiqué ces retards et la faible envergure du programme, puis se sont posé des questions sur son contenu. A l'époque où l'Atelier s'est déroulé, on n'avait pas encore choisi les établissements qui devraient recevoir ces subventions pour créer un centre d'excellence. Les participants ont examiné le processus d'élaboration du programme:

> "Le troisième tiers du Fonds de développement de l'électronique permettra de créer des "centres d'excellence" en microélectronique. Il faudrait les implanter dans les instituts universitaires ou publics de recherches. Les petites entreprises pourraient leur accorder des contrats pour leur faire réaliser certains travaux de R-D. Ces centres spécialisés pourraient également constituer des passerelles entre les universités et l'industrie, et ainsi faire progresser les connaissances en microélectronique. Je crois qu'il s'agit des applications des circuits intégrés".

Bien qu'aucun intervenant ne se soit opposé à la création d'instituts universitaires de recherches, certains ont exprimé des réserves au sujet de l'organisme chargé d'administrer les fonds. Un représentant de la branche de l'informatique a signalé que l'orientation de l'effort de R-D serait influencée par les besoins internes des universités, et que ceux des utilisateurs ne recevraient pas une attention prioritaire; il a déclaré que le programme serait plus efficace si les entreprises utilisatrices de la technologie mise au point administraient les fonds:

> "L'implantation de centres d'excellence dans les universités ne produirait pas beaucoup d'avantages si on se contentait de leur donner la consigne de se rendre utiles à la collectivité locale. Il serait plus efficace que le ministère de l'Industrie et du Commerce pressente les chefs d'industrie et leur dise simplement: "Voici une somme d'argent à utiliser pour l'exploitation du potentiel universitaire de recherches". Je ne pense pas qu'il faille accorder des subventions aux instituts universitaires de recherches, qui seraient alors tentés d'accorder la priorité à leurs besoins internes plutôt qu'à ceux de la branche industrielle concernée".

Un intervenant connaissant bien la communication de la technologie universitaire à l'industrie a cité l'exemple des subventions conditionnelles accordées par le Conseil national de recherches pour encourager la diffusion du savoir-faire technique mis au point à l'Université de Waterloo vers les utilisateurs:

> "On est encouragé par les virements de fonds aux centres de technologie de pointe. Mais, que cela plaise ou non aux universités, il faudrait qu'une partie précise de ce financement de la R-D soit

> consacrée à un effort de diffusion de la technologie nouvelle et de commercialisation. C'est ce qui s'est déjà passé dans quelques cas. Nous avons servi pendant trois ans de conseillers en diffusion de la technologie nouvelle pour l'Université de Waterloo. Il est logique de faire cet effort, sinon les subventions seraient supprimées".

La formation des gestionnaires

Les besoins en spécialistes de la branche de la microélectronique en plein essor exigent que les universités assurent un dosage équilibré de cours traditionnels et de cours techniques. Les cours de formation en usine devraient faire de même. Les participants ont mis en relief trois grands besoins d'enseignement: l'ergonomie, une appréhension d'ensemble de la gestion et les connaissances nécessaires au lancement d'une entreprise.

L'ergonomie est l'étude des relations entre le travailleur et le cadre de travail. Bien qu'elle soit rarement incluse dans les programmes d'enseignement universitaire, sa connaissance est indispensable au succès des applications de la robotique et de l'informatique:

> "C'est l'articulation entre l'Homme et la machine qui pose des problèmes cruciaux dans le domaine des applications microélectroniques. On se préoccupe beaucoup de la facilité d'utilisation, de la psychologie de l'utilisateur, des facteurs humains et autres questions. Ce sont les spécialistes de ces domaines qui aideront les fabricants d'équipement micro-informatique, les installateurs de matériel bureautique et les utilisateurs d'applications en temps réel à atteindre le succès. J'ai eu l'occasion d'examiner les programmes pédagogiques de toutes les universités canadiennes et j'ai découvert qu'il n'existe pour ainsi dire aucun cours en ces spécialités. Elles sont pourtant indispensables, et les établissements d'enseignement devraient donner les cours nécessaires".

On a mentionné le manque de formation interdisciplinaire des cadres de gestion de la branche de l'électronique. Le processus actuel de l'avancement de ces cadres et la répartition des tâches sont des facteurs contribuant à cette lacune. Il faut donner aux gestionnaires une formation universitaire en ces domaines:

"Il semble que la belle époque des généralistes soit revenue, particulièrement pour les gestionnaires de la branche de l'électronique. Pourtant, la plupart des entreprises canadiennes de cette branche ne trouvent des gestionnaires qu'avec difficulté. C'est que la plupart d'entre eux y entrent avec leur seul diplôme de spécialisation. Ceux qui assureront la bonne marche des entreprises, ceux qui assumeront la responsabilité de leur développement, ont besoin de connaissances qu'ils n'ont pu acquérir au travail. Ils doivent connaître le savoir-faire microélectronique, la fabrication et la commercialisation des appareils, le financement des entreprises, les questions juridiques et bien d'autres choses encore. Je pense qu'il nous faut envisager une formation tant au sein de la branche de l'électronique que dans les établissements d'enseignement. Leurs efforts permettront de former les généralistes indispensables".

Seules quelques universités offrent des cours de création d'entreprise et de gestion de l'innovation; il faudrait que d'autres en donnent, car il existe peu d'entreprises canadiennes où il soit possible d'acquérir des compétences de chef d'industrie. Les cours de création d'entreprise pourraient exposer comment tirer parti des programmes d'aide officiels et de la politique de l'État:

"La nécessité d'une formation particulière est manifeste. Pourtant, les autorités pédagogiques canadiennes semblent ignorer que la branche de l'électronique a besoin de cadres qu'on y trouve trop rarement. D'où viennent les créateurs d'entreprises de talent? Où ces chefs d'industrie acquièrent-ils les connaissances dont ils ont besoin pour créer une nouvelle entreprise et la transformer ultérieurement en société de taille moyenne? Où apprennent-ils à gérer efficacement leur firme dans les conditions faites par l'État? Comment savent-ils où obtenir un financement possible, et connaissent-ils les détails de la politique fiscale et des mécanismes d'aide de l'État? C'est là un problème sérieux qu'aucune politique pour remédier à la pénurie de spécialistes n'a encore abordé. Quelques entreprises assez dynamiques apparaissent dans la branche de l'électronique, mais elles sont encore trop peu nombreuses par rapport à leurs rivales de l'étranger. D'où viennent les créateurs d'entreprises? Dans la plupart des cas, ils proviennent de nos entreprises d'envergure internationale, telle Northern Telecom. Dans d'autres cas, ils travaillent quelque temps dans une grande entreprise des É.-U., puis reviennent au Canada pour lancer leur propre firme. Mais on ne peut priver Northern Telecom que d'un nombre limité de cadres, et ceux qui reviennent des États-Unis ne sont pas assez nombreux. Voilà plusieurs années que nous étudions le problème de la formation des spécialistes et de leur pénurie. Il est temps de former, au

Canada, les créateurs d'entreprises qui pourront ensuite les développer jusqu'à une envergure moyenne".

La formation permanente

Quelques intervenants ont souligné que bien des employeurs canadiens ne consacraient pas suffisamment d'argent à la formation permanente de leurs cadres, afin de les maintenir au courant des progrès réalisés:

> "Je suis d'accord avec tous ceux qui ont évoqué les effets néfastes de la compression du budget des universités. Toutefois, il y a un autre aspect qu'il ne faut pas perdre de vue. Les propriétaires et gestionnaires des industries canadiennes vont prendre conscience de la nécessité de consacrer beaucoup d'argent au maintien de la compétence technique de leurs cadres. Les entreprises devront relever le défi de la formation permanente".

Les participants à l'Atelier soutiennent largement l'idée d'un encouragement de l'État à la mise sur pied de programmes internes de formation. Cependant, un intervenant peu satisfait des résultats obtenus par le "secteur de la formation" a exprimé quelques réserves. Selon lui, on ne devrait pas accorder d'aide aux entreprises peu disposées à consacrer des sommes considérables à la formation permanente de leurs spécialistes:

> "Le concept d'encouragement du "secteur de la formation" ne tient pas compte de la pénurie réelle de spécialistes. Nous avons besoin d'un programme d'incitations au développement du volet "instruction" du secteur de la formation. J'utilise le terme instruction, car les programmes internes de formation mis en oeuvre par les organismes employeurs ne couvrent généralement pas leurs besoins propres en matière d'informatique, d'ingénierie et de systémique. Prenez par exemple le programme interne de formation du secteur public. Il faudrait accroître considérablement l'accent qu'il donne à la formation en informatique pour obtenir les spécialistes dont l'Administration a besoin. La même observation s'applique aux besoins en informaticiens de la branche des ordinateurs et de la gestion en général. On n'a guère pris conscience de la nécessité de cet effort de formation de nombreux spécialistes. Les entreprises qui veulent s'assurer de nombreux débouchés devront peut-être obtenir une production de trois à cinq années-hommes d'une seule personne. Il leur faudra consentir de larges crédits à l'instruction des spécialistes, plutôt qu'à leur

formation. L'État devrait donc subventionner les entreprises qui mettent sur pied ces grands programmes d'instruction".

Les programmes de cours et stages alternés

Le débat sur le resserrement de la collaboration entre universités et firmes industrielles a porté quelque peu sur les stages d'étudiants dans les laboratoires de ces entreprises. On a souligné la grande valeur des diplômés des quelques universités canadiennes qui organisent des programmes de cours et stages industriels alternés (co-op programs). Certains ont proposé de multiplier ces programmes pour remédier à la pénurie de spécialistes:

"On s'accorde aujourd'hui sur l'éventualité croissante d'une pénurie de spécialistes. Nous essayons en même temps d'éviter cette pénurie, ou peut-être d'en réduire les répercussions. Les observations faites jusqu'à présent montrent que les établissements traditionnels d'enseignement ne peuvent guère former de diplômés ayant les connaissances nécessaires pour résoudre leurs problèmes, par manque de temps ou de qualification. Il semble également que les spécialistes capables de fournir les connaissances dont nous avons besoin ont acquis leur expérience en travaillant dans la branche de l'électronique. Il faudra peut-être remettre une sorte d'apprentissage en vogue. Cette branche pourra sans doute résoudre ses problèmes si elle incite des étudiants à travailler de concert avec des techniciens d'avant-garde".

L'amélioration des compétences

La pénurie constante d'informaticiens alourdit le coût de la conception des équipements informatiques et, quand ceux-ci sont installés, de leur exploitation. Certains participants ont estimé que les cadres de direction de nombreuses entreprises canadiennes n'offraient pas d'avantages financiers suffisants pour décider les technologues à améliorer leur compétence. Ces entreprises non seulement aggravent la pénurie de spécialistes, mais elles accroissent aussi leurs frais généraux et entravent le développement de la branche de l'électronique:

> "Je suis convaincu que nous devons nous préoccuper très sérieusement de donner une meilleure instruction, et une formation pertinente et permanente aux spécialistes. Mais les industriels estiment-ils que cela vaille les sacrifices pécuniaires? Ils ne semblent pas voir la façon dont ils traitent leur personnel de longue date: celui-ci ne progresse guère sur le plan salarial, à moins de sortir des services techniques pour passer à la gestion. Et ni l'État ni les universités ne peuvent faire quelque chose à ce sujet. C'est une responsabilité des industriels".

Les entreprises utilisant un équipement bureautique se sentent obligées de rémunérer adéquatement leurs spécialistes du logiciel. Un intervenant a signalé que leurs cadres de direction ont senti la nécessité d'améliorer les traitements du personnel spécialisé, pour éviter qu'il ne soit attiré par des concurrents:

> "Bien que certains doutent de la gravité de la pénurie de spécialistes en logiciel, il ne fait aucun doute que les experts-conseils et les services en programmation peuvent à la fois fournir du logiciel et en exiger. Nous avons observé le développement des sociétés de services en programmation qui peuvent fournir les logiciels et les services dont leurs clients ont besoin. Mais, par contre, j'ai entendu beaucoup de mes clients se plaindre que c'est dans leur propre entreprise que ces sociétés viennent recruter les élaborateurs de logiciel. Ils ont également découvert que ces spécialistes leur reviennent, à un traitement deux ou trois fois plus élevé. Ce fait ne remédie pas à la pénurie de spécialistes, mais l'empire".

V POUR STIMULER LE DÉVELOPPEMENT DE LA BRANCHE DE LA PROGRAMMATION

Les participants, dont bon nombre provenaient de la branche de la programmation, ont passé en revue les obstacles à son développement et examiné les stimulants possibles. Parmi les sujets débattus, citons le changement de classification de cette branche, les méthodes adéquates de financement des nouvelles entreprises et les moyens d'encourager l'utilisation de la technologie la plus récente au Canada. Une bonne partie du débat pouvait intéresser toute l'industrie secondaire canadienne, mais il est vite apparu que la technologie et les applications des circuits intégrés exigent une attention particulière et imposent des rôles nouveaux et novateurs tant à l'Administration qu'à la branche concernée.

La situation de la branche de la programmation

Le logiciel en tant qu'activité du secteur secondaire

Les participants ont estimé que la branche de la programmation tirerait grand avantage d'un changement de sa classification officielle, la faisant passer du secteur des services à celui de la fabrication:

> "Dans le numéro de septembre 1978 de la Gazette du Canada, un paragraphe décrit la façon de ventiler le coût du logiciel parmi les frais de recherche et de développement. Pour que la branche de la transformation se développe, il faudrait que l'Administration classe ses activités parmi celles de fabrication. Or, elle les considère à l'heure actuelle comme des activités de service. Les confectionneurs de logiciel n'ont donc pas droit à certains

programmes d'aide, à des déductions fiscales pour amortissement et à diverses autres incitations dont peut se prévaloir le fabricant habituel. Il faudrait inclure les entreprises spécialisées dans l'analyse des systèmes et la confection des programmes sous la rubrique des fabricants de produits de pointe. L'Administration doit prendre conscience de l'importance et du caractère concret du logiciel. C'est un produit de confection plus aléatoire que celle du matériel informatique. La branche de la programmation a sérieusement besoin d'une gamme d'incitations à l'investissement dans les entreprises, et au financement de leurs activités".

Les statistiques de la programmation

Les participants étaient fort préoccupés par l'absence de recueil systématique de données sur les activités de la branche de la programmation, car celles-ci sont considérées comme des services plutôt que comme processus de fabrication. Le manque de statistiques sur la programmation et la construction de matériels découle également de la réglementation officielle. On a demandé que l'Administration canadienne recueille des statistiques précises sur la programmation afin d'aider les entreprises à trouver des débouchés et leur permettre de suivre les progrès du logiciel dans l'économie:

"Un autre problème très sérieux est le manque de statistiques, tant sur le matériel informatique que sur le logiciel. La meilleure source d'information sur la branche canadienne de l'ordinatique sont les statistiques sur les exportations publiées par le Secrétariat au Commerce des É.-U. Les statistiques canadiennes correspondantes sont absolument décourageantes, et cela provient des dispositions de la Loi sur la statistique, qui empêche de publier des données sur une branche industrielle où opère une entreprise prédominante. Il est ainsi fort difficile de découvrir des débouchés. Il faut changer rapidement cette situation car il existe un délai de deux ou trois ans avant qu'on puisse compiler des statistiques utiles. La même observation vaut pour la branche des services informatiques. Un service recueille ses statistiques, mais il ne s'occupe que du traitement des données, et non de la programmation. Nous ne savons pas, à l'heure actuelle, ce qui se passe dans le domaine du logiciel, même si celui-ci est de plus en plus nécessaire à l'industrie de fabrication. L'Administration devrait mettre sur pied un mécanisme de quantification du logiciel afin que nous puissions suivre sa dissémination dans l'appareil de production".

La coopération en matière de programmation: publication d'une liste de débouchés

L'étude des relations globales entre les petites et les grandes entreprises de programmation montre que sa pénurie est aggravée par le secret industriel. Les petites entreprises encourent des risques financiers relativement élevés en effectuant un effort de R-D en programmation, car ces travaux peuvent répéter inconsciemment ceux d'une grande société. Sans cette crainte, elles confectionneraient probablement beaucoup plus de programmes.

On observe une certaine incompatiblité entre la stratégie de collaboration et de complémentarité visant à réduire la pénurie de spécialistes et la rivalité des grandes sociétés désireuses de protéger le secret de leurs recherches. Un intervenant a soutenu que l'Administration pourrait y remédier, de concert avec les grandes entreprises, en publiant une liste de domaines techniques où aucun effort de R-D n'est réalisé:

> "Il faudrait que l'Administration et les grandes entreprises de programmation s'entendent pour faire cesser la concurrence inutile entre les grandes et les petites entreprises de cette branche. Il ne s'agit pas là de concurrence déloyale, dont je n'ai jamais observé un seul cas depuis que j'ai créé une société de programmation, il y a quelques années. Les grandes entreprises agissent entre elles et avec les plus petites de façon juste et équitable sur le plan de la concurrence. C'est la collaboration indispensable à la confection du logiciel qui cause le plus de difficultés, car il faut l'intensifier à mesure du développement de la branche de la programmation. Dans cette industrie devenue si vaste, qui a tant besoin de spécialistes, même les grandes entreprises et les consortiums ne peuvent disposer de toutes les compétences qui leur sont nécessaires. Par conséquent, il leur faut utiliser les services des petites entreprises de la même branche. Beaucoup d'entre ces dernières confectionnent d'excellent logiciel et conçoivent de judicieuses applications du matériel. Mais c'est l'effet du pot de fer contre le pot de terre qui empêche les petites entreprises de confectionner un plus grand nombre de programmes. Elles craignent constamment qu'IBM, par exemple, ne mette au point le même genre de logiciel. Il serait catastrophique, après des années de travail, de découvrir qu'une grande société vient de commercialiser des programmes semblables. Pour IBM, cela ne serait pas bien grave, mais la petite entre-

prise, elle, se trouverait dans une situation financière désastreuse. Cet effet du pot de fer contre le pot de terre empêche aussi les petites firmes de programmation de se procurer du capital-risque. Même si de grandes entreprises comme IBM étaient enclines, pour des raisons d'équité, à faire connaître aux petites firmes de programmation l'orientation de leurs recherches, elles ne pourraient y procéder, à cause de la rivalité des autres grandes sociétés. Ce dont ces petites entreprises auraient besoin, ce sont des listes de domaines de recherches auxquels les grandes ne s'intéressent nullement. C'est seulement par le truchement de l'Administration qu'il serait possible d'établir de telles listes, avec l'aide des grandes sociétés. Ainsi les petits confectionneurs de logiciel connaîtraient les domaines où ils ne risqueraient pas de se heurter aux grandes entreprises".

Le financement des entreprises

Le rôle des établissements financiers

Les participants ont reconnu que les firmes de la branche de la programmation et les créateurs d'entreprises spécialisées en ce domaine n'obtenaient que difficilement les fonds indispensables, et ils ont proposé toute une série de mesures et d'incitations officielles pour y remédier. Cependant, certains d'entre eux ont estimé que les établissements financiers canadiens devraient faciliter l'investissement de capital-risque dans les firmes d'électronique, et particulièrement dans les petites entreprises et dans celles qui confectionnent des programmes:

"L'Administration paraît prendre conscience de la nature concrète du logiciel, en dépit de ses apparences abstraites. La branche qui s'occupe de son élaboration a des besoins pressants de capitaux qu'il faudrait lui fournir en suffisance. De plus en plus d'organismes canadiens se rendent compte que le logiciel constitue un outil économique pour chaque branche industrielle. La même argumentation s'applique aux services d'informatique. Il me semble que les banques canadiennes sont de moins en moins bien disposées, dans l'ordre, à l'égard de a) l'industrie, b) les petites entreprises, c) les petites entreprises d'informatique et d) les petites entreprises offrant des services d'informatique ou de programmation. Leur attitude se compare défavorablement avec celle des banques des É.-U., et il faudrait qu'elles se décident à aider à la création des entreprises d'informatique et à leur financement".

Le Fonds spécial de l'électronique

Le Fonds spécial de l'électronique a alloué des subventions, outre les 3 M$ accordés aux instituts universitaires de recherches. Il s'agissait de subventions pouvant atteindre 10 000 $ pour la réalisation d'études de faisabilité dans des entreprises n'utilisant pas encore les dispositifs micro-informatiques, et allant jusqu'à 100 000 $ pour la conception d'applications des circuits intégrés ou de microcircuits sur demande, et d'une subvention spéciale de 21 M$ pour l'expansion de l'usine de la Mitel Corporation, installée à Bromont, Qué., et de son outillage, laquelle devait coûter 72 M$. Le Fonds devait aussi financer un programme général de sensibilisation du public, mais le Conseil du Trésor en a décidé autrement.

Les participants n'étaient pas d'accord au sujet de la netteté avec laquelle le monde des affaires canadien perçoit ou saisit les incidences de la mutation micro-informatique. Certains estimaient que les cadres industriels n'en avaient pas pris conscience, et que le Fonds devrait s'efforcer de les sensibiliser à la nécessité d'améliorer les produits ou les opérations à l'aide de dispositifs micro-informatiques. D'autres étaient d'avis que le monde des affaires canadien connaissait très bien les incidences possibles et les débouchés offerts par cette technologie nouvelle. L'échange de vues suivant esquisse les justifications de chaque attitude:

> "Il existe un grand nombre d'entreprises canadiennes de fabrication dont les dirigeants ne saisissent pas les avantages que leurs concurrentes tireront de la micro-informatique, tant sur le plan de l'exploitation que sur celui des produits. Je m'inquiète de leur ignorance des sujets dont nous avons parlé aujourd'hui et, ce qui est plus important, de l'absence de mécanisme pour les y sensibiliser. Cette lacune risque d'anéantir leur pouvoir de concurrence sur les marchés mondiaux. On parle souvent de la pénurie d'informaticiens, mais il s'agit de bien plus que de ces seuls spécialistes, car bien peu de responsables ont analysé les avantages possibles de la micro-informatique dans leur entreprise. Il existe un sérieux problème d'information.
>
> Les fonctionnaires du ministère de l'Industrie et du Commerce estiment en général que, hors de la branche de l'électronique, les

cadres industriels ne se rendent probablement pas compte de la situation créée par la mutation micro-informatique. Ils ont tendance à être trop satisfaits d'eux-mêmes. Il faudrait les alerter, et leur montrer les incidences de cette technologie nouvelle. Le ministère de l'Industrie et du Commerce envisage d'organiser une série de séminaires dans tout le pays, sous les auspices du Fonds spécial de l'électronique. Ces séminaires seraient destinés aux chefs des grandes entreprises. Nous espérons que les débats les sensibiliseront et que, de retour dans leur entreprise, ils chercheraient à connaître les incidences éventuelles de la mutation micro-informatique sur son exploitation.

L'opinion de notre association professionnelle au sujet de la sensibilisation en cette matière est que le grand public a besoin d'être informé; mais, de grâce, ne faites pas notre travail. Si le fabricant de produits micro-infomatiques veut les vendre, il va faire de la mise en marché, de la publicité et convaincra son client. Par exemple, le vice-président d'une entreprise qui fabrique des commutateurs-mélangeurs d'images télévisées offrait récemment une démonstration de ses appareils. Tout en les montrant, il disait: "Il y a toutes sortes de microprocesseurs qui sont tapis là-dedans". Je lui ai demandé: "Pourquoi dites-vous "qui sont tapis là-dedans"?" Et il me répondit que les ingénieurs du son et particulièrement les preneurs de son, ne voulaient pas savoir que leurs appareils étaient équipés de microprocesseurs. Ils ont peur, en quelque sorte, de la technologie microélectronique et ne s'intéressent pas aux possibilités qu'elle offre pour leur travail. En conséquence les spécialistes qui incorporent des circuits intégrés dans les appareils le font de la façon la plus efficace possible.

En parlant aux responsables de la Direction industrielle du ministère de l'Industrie et du Commerce, nous avons conclu que les cadres de la branche de l'électronique sont très conscients de l'importance de la mutation micro-informatique, mais que ceux d'autres branches industrielles la négligent en général. Ils ne pensent pas que cette nouvelle technologie les touchera d'une façon quelconque, ni se demandent comment elle pourrait les toucher. Nous voulons les convaincre que "c'est peut-être vrai que cette mutation peut vous toucher, et même de façon radicale; dans d'autres pays, dont le Royaume-Uni et la plupart des pays européens, les différentes branches industrielles mettent au point des applications de la micro-informatique, afin d'améliorer leurs techniques de fabrication et leurs produits, et d'accroître leur production". Nous croyons qu'il faudrait organiser une série de séminaires dans tout le pays, afin de sensibiliser les dirigeants des grandes entreprises canadiennes à ce qui se passe".

Les programmes de subventions

De nombreux participants ont fait connaître leur forte opposition à toute stratégie industrielle fondée sur le soutien de quelques entreprises tête de file. Ils estimaient que l'Administration négligeait trop souvent les besoins des petites entreprises, particulièrement en matière d'accès à une aide sélective. Un intervenant, qui avait obtenu une subvention du ministère de l'Industrie et du Commerce pour élaborer des programmes producteurs d'applications, a indiqué comment cette subvention lui a permis d'éviter la vente de son entreprise très concurrentielle à des investisseurs étatsuniens. Comme bien d'autres participants, il préconisait un remaniement des programmes officiels pour mieux prendre en considération les besoins des petites firmes canadiennes:

> "Les petites entreprises ont besoin de plus nombreuses subventions de démarrage. Bien entendu, il leur faut aussi un soutien en matière de commercialisation et de recherche analytique mais, ce qui est le plus important, c'est de savoir comment obtenir cette aide financière. Leurs dirigants n'en savent généralement rien. J'estime qu'il est aisé de justifier une réorientation des programmes d'aide vers les petites entreprises. Et je parle d'expérience, à titre de dirigeant d'une d'entre elles. J'aurais vendu la mienne à une multinationale des É.-U. dès la semaine dernière si je n'avais pas cru possible une aide de l'Administration fédérale. En d'autres mots, sa subvention m'a permis de refuser l'offre généreuse de la firme américaine, et de financer la mise au point d'une gamme de logiciel permettant à ma firme de lui faire concurrence. Cette subvention du ministère de l'Industrie et du Commerce a donc permis à une petite entreprise d'avenir de rester en mains canadiennes. Cette histoire pourrait se répéter pour des milliers de petites firmes confectionnant du logiciel breveté".

Malheureusement, les programmes de subventions souffrent de l'incapacité des organismes de l'État à suivre l'évolution rapide de la branche de la microélectronique. La gestion publique de ces subventions ne réussit pas à s'adapter au rythme de l'innovation dans cette branche:

> "Je sais que les fonctionnaires s'efforcent d'administrer de leur mieux ces programmes de subventions. Mais, malheureusement,

> quelle que soit leur bonne volonté ou leurs efforts individuels, ils font parfois des erreurs et orientent les activités techniques dans des voies peu intéressantes. Les organismes officiels ne peuvent tout simplement pas réagir aux événements comme le fait l'industrie de la microélectronique. Les progrès rapides de cette dernière nécessitent la mise sur pied de programmes souples qui permettraient au secteur privé de choisir les projets à réaliser et les entreprises où investir. Il faudrait que le gouvernement s'efforce de créer un climat favorable à cette branche industrielle, établisse les règles fondamentales de son activité, et laisse ensuite toute latitude d'action aux entreprises. C'est pourquoi je préfère le concept d'incitations fiscales, laissant aux capitaines d'industrie les mains libres pour recueillir les capitaux privés nécessaires".

Bien que certains participants aient exprimé leur opposition à l'attribution de subventions, la plupart en voyaient la nécessité. Un intervenant a indiqué que les incitations fiscales ne favorisent le développement d'une entreprise que si cette dernière est rentable. Or, tant de petites entreprises font des bénéfices si faibles que cette méthode n'atteindrait pas son but. Il serait en outre nécessaire de mettre en oeuvre une forme quelconque de taxation négative ou de subvention directe pour aider à leur démarrage, à leur développement et à leur expansion. De plus, les branches étrangères de la microélectronique (et de l'électronique) rivales de l'industrie canadienne reçoivent l'aide de leur gouvernement:

> "Je pense que la plupart des cadres du secteur privé regrettent que les gouvernements étrangers interviennent dans le fonctionnement de leur économie et s'efforcent de la développer. C'est regrettable, mais c'est la réalité observable dans le monde entier. Ils y parviennent par l'entremise du budget de la défense nationale et de la stratégie industrielle, particulièrement dans le secteur de pointe. Il suffit d'observer ce qui se passe en Grande-Bretagne, en France, et particulièrement au Japon. Le gouvernement canadien se trouve donc soumis à une pression l'obligeant à s'occuper de l'orientation des activités industrielles, par le truchement de la fiscalité, de l'octroi de subventions, de la concertation industrie-administration, de la politique d'achat du secteur public, et de tout autre moyen. Il est évident que cette tendance se poursuivra dans l'avenir. Si c'est ainsi, pourquoi ne pas choisir les moyens les plus judicieux? Bien que je préfère la méthode de l'incitation fiscale à cause de son efficacité dans la branche considérée, elle pose

quelques problèmes fondamentaux. En premier lieu, l'entreprise aidée doit être rentable pour tirer profit. L'incitation fiscale n'est d'aucune aide lors du démarrage d'une nouvelle entreprise qui s'efforce d'atteindre le seuil de rentabilité. Les programmes lourds d'avenir pour le pays doivent être très largement subventionnés, à cause de leur grande importance stratégique et du long délai nécessaire pour qu'ils atteignent la rentabilité. Ainsi les subventions peuvent-elles avoir des effets très positifs sur l'économie du pays. Je crois donc que la distribution de subventions dans le cadre de programmes hétéroclites ne favorise pas la compétitivité internationale de l'industrie canadienne, tout en nécessitant un développement des services administratifs chargés de s'occuper de la gestion de ces programmes complexes. Mais la méthode la plus simple est préférable, car les chefs d'industrie doivent savoir quelle est l'attitude officielle. Cependant, je crois que ces programmes de subventions devraient être mis en veilleuse à mesure que la branche micro-informatique se développera".

Bien que les plus larges débouchés de cette branche soient ceux des applications des microcircuits et du logiciel, de nombreux participants ont estimé que l'importance stratégique du potentiel de fabrication de ces circuits intégrés était capitale pour l'économie, et que le gouvernement devrait lui accorder une attention prioritaire. Certains ont souligné la nécessité de fabriquer des microcircuits sur commande pour des applications d'importance capitale comme le matériel de défense et les biens d'équipement. Certaines tendances de l'industrie annoncent un autre phénomène préoccupant, celui de la pénurie de microcircuits.

Un intervenant a souligné l'intérêt d'un programme de répartition systématique des subventions aux petites entreprises, et particulièrement aux nouvelles, afin de prévenir un autre "marée d'importations" en matière d'applications informatiques. C'est la structure même de la branche informatique qui a suscité cette proposition d'intervention directe de l'État pour soutenir les nouvelles entreprises. Comme la rapidité est facteur de succès, il faudrait que l'octroi des subventions se déroule avec célérité. Dès que les petites entreprises innovatrices auraient atteint le seuil de rentabilité et seraient bien établies, elles auraient accès au financement habituel, et les incita-

tions fiscales aideraient à leur croissance: d'autres méthodes moins interventionnistes pourraient aussi être utilisées:

> "On sait fort bien que les échanges internationaux d'applications informatiques seront actifs. La balance commerciale du Canada connaîtra un sérieux déficit si les autorités n'encouragent pas le développement de la branche micro-informatique. Il est fort important de fabriquer des microcircuits au Canada. Après tout, les débouchés des applications informatiques étant si grands et assurés, il faudra peut-être mettre sur pied une branche de la microélectronique de base. Mais je pense quand même que le développement des applications constitue un facteur crucial. On pourrait y arriver facilement par le truchement des petites et des nouvelles entreprises. Je pense que l'économie des applications informatiques a beaucoup changé et qu'elle restera ce qu'elle est pendant dix à quinze ans. Dans son livre The Third Wave, A. Toffler évoque l'idée d'une "industrie électronique très disséminée". Il souligne là une tendance très importante, non seulement en matière de télématique domestique, mais aussi à propos des applications des microcircuits. De grands débouchés s'ouvrivont, particulièrement pour les applications spécialisées sans interconnexions ou à interconnexion minimale ou standard. C'est pourquoi l'Administration devrait encourager les petites entreprises de cette branche avec beaucoup plus de vigueur, s'intéresser à celles qui se créent et leur faciliter l'accès aux organismes publics. Il faut réduire au minimum le délai entre la conception initiale d'une application informatique et sa commercialisation, et accorder les subventions aussi rapidement que possible, car la réussite de la mise en marché d'un produit de pointe dépend de l'avance acquise sur les concurrents. Les débouchés sont si amples et diversifiés en matière d'applications micro-informatiques que la balance commerciale du Canada risque de pâtir incroyablement de toute négligence des Canadiens à les mettre au point les premiers, et au pays".

Un intervenant a déclaré qu'il serait impossible de mettre sur pied un programme spécial de répartition systématique des subventions aux petites entreprises:

> "La lourdeur administrative de tout grand organisme de l'État l'empêche de choisir avec succès, disons une entreprise par semaine, parmi les milliers de demandes de soutien qu'il reçoit chaque année. Il n'existe pas un seul organisme officiel au monde qui puisse évaluer correctement le potentiel de toutes ces entreprises dans le cadre chronologique qu'impose le marché. Celui-ci fluctue rapidement, comme le montre l'histoire économique. Les organismes administratifs n'agissent que lentement, cela a été

prouvé maintes fois, et il n'est pas sensé de demander à l'Administration d'orienter les applications dans une branche micro-informatique en perpétuel devenir.

L'octroi de subventions aux nouvelles entreprises, aux novateurs et autres, doit être conditionnel à leur engagement de développer le produit. Il ne suffit pas qu'un proposant se présente au ministère de l'Industrie et du Commerce avec une bonne idée, pour que celui-ci lui attribue une subvention; il faut ouvrir à ce proposant de plus vastes perspectives sur les conditions d'un financement suffisant et d'une bonne commercialisation. La distribution d'argent dès le stade de la conception initiale risque d'encourager de nombreux velléitaires à mettre au point une application dans le seul but d'obtenir une subvention, et sans avoir l'intention de commercialiser le produit fini. L'innovateur devrait avoir franchi la première étape avec succès pour être admissible à une subvention".

Cependant, la plupart des participants ont pensé qu'il fallait faire un effort particulier de répartition de subventions parmi les petites entreprises, et que ce serait possible si l'organisme subventionnaire y procédait de façon non bureaucratique. On a cité en exemple le Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI), administré par le Conseil national de recherches:

"Le programme PARI n'a pas son pareil dans le secteur public, et ce pour deux raisons. Premièrement, très peu de fonctionnaires l'administrent, et ils peuvent agir concrètement en quelques semaines. Deuxièmement, ils s'efforcent d'aider les petites entreprises qui offrent de réelles perspectives de croissance, mais n'ont pas vraiment de crédit auprès des investisseurs ou des ministères en général. Le succès du programme est également excellent, comme l'a montré l'aide fournie à la société Mitel pour la commercialisation de ses PBX. Deux ou trois spécialistes avaient évalué le projet et les risques, puis agi sans retard. Les organismes subventionnaires doivent être structurés pour l'action rapide s'ils veulent assumer certains risques avec succès".

C'était là l'opinion de plusieurs participants. Ils ont recommandé que l'Administration prenne le temps nécessaire pour mettre sur pied un tel organisme, lui confier un mandat précis et le financer convenablement:

"Il faut que l'Administration prenne le temps qu'il faut pour bien structurer l'organisme sur le plan administratif, lui confie le mandat d'agir et le finance suffisamment, et que ses règles d'action soient simples. De cette façon, ce mécanisme subventionnaire, au lieu de constituer une lourde machine bureaucratique, pourra favoriser le développement des applications micro-informatiques en temps opportun pour que leur commercialisation se fasse avec succès".

Le marché des produits microélectroniques est d'envergure mondiale et, à l'exception remarquable du Japon, les grands pays industrialisés ont accru constamment leurs importations au cours des dix ou quinze dernières années. La plupart d'entre eux ont réussi à contrebalancer plus ou moins cette croissance en augmentant leurs exportations, sauf le Canada, qui n'a pu y parvenir.

A cause de la rivalité mondiale, on a proposé que tout organisme subventionnaire aidant les petites entreprises recueille des données à jour sur les débouchés éventuels, afin de mieux soutenir celles qui ont d'excellentes perspectives de succès. Un intervenant a souligné que la rivalité des firmes étrangères nécessitait que ces organismes prennent à leur charge de nombreux risques encourus par les petites entreprises, et donc qu'ils disposent d'un mandat et d'un budget adéquats:

"Les petites entreprises doivent offrir des produits particuliers à l'exportation, si elles veulent obtenir des subventions. Les tendances actuelles exigent que ces produits soient concurrentiels sur le plan international. Beaucoup croient que l'industrie canadienne ne peut gagner les dures batailles pour les débouchés: Je suis d'accord, il nous faut les éviter, et mettre au point des applications micro-informatiques bien à nous, et non pas de meilleurs produits que nos concurrents les plus dynamiques. Notre industrie doit offrir de nouveaux produits à l'exportation, afin de répondre à des besoins spécialisés. Comme le succès récompensera les entreprises qui lanceront les premières leurs produits micro-informatiques sur les marchés internationaux, il faudrait que les services de direction du ministère s'intéressent de près au réseau international de distribution. Mais, ce qui est encore plus important, ils devraient très bien connaître l'industrie mondiale pour déterminer quels sont les débouchés prometteurs. Trop souvent, le critère d'octroi d'une subvention a été les chances de succès de telle ou telle entreprise. Il serait préférable de savoir si elle sera l'une des nombreuses firmes qui

ouvriront leurs débouchés à l'exportation. L'Administration devrait accepter plus de risques en cette matière".

Les droits de douane

Certains participants ont préconisé une réduction rapide des droits de douane sur les composants microélectroniques importés au Canada; ils estiment en effet que le développement de nombreuses firmes canadiennes est freiné par le coût supplémentaire qu'elles doivent ainsi acquitter.

Cependant, la multiplication rapide du nombre des fabricants canadiens de micro-ordinateurs toutes fonctions suggère qu'il est préférable de réduire les droits de douane très graduellement. La CATA a changé son opinion selon laquelle il fallait éliminer rapidement les droits de douane sur les composants microélectroniques. Lorsque le ministère des Finances a proposé cette élimination en 1979, la CATA a fait des pressions auprès des parlementaires afin de protéger ses nouveaux membres:

"C'est l'évolution de cette branche industrielle qui a justifié le changement d'opinion de la CATA en matière de droits de douane. Lorsque la Commission du tarif a fait son étude sur la branche de l'informatique en 1972 et 1973, il n'existait pas de fabricant canadien d'ordinateurs. Le marché des unités centrales et des mini-ordinateurs était approvisionné par l'étranger, à la seule exception de Control Data Canada ltée, qui était prête à livrer concurrence au plan international, sans la protection douanière. Aussi l'opinion générale des cadres de la branche de l'informatique favorisait-elle l'abolition de ces droits. Entre cette époque et août 1979, lorsque le ministère des Finances a publié sa proposition de suppression des droits de douane sur les composants microélectroniques, une branche canadienne de construction, non pas d'unités centrales ni de mini-ordinateurs, mais plutôt d'ordinateurs toutes fonctions utilisant des microprocesseurs s'était développée. Logic One, Phase I, AES Data et Micom sont des entreprises qui n'existaient pas lorsque la Commission du tarif a effectué son étude. Comme chacune d'entre elles mettait au point et fabriquait un micro-ordinateur quelconque, la CATA a estimé qu'en dépit des avantages théoriques de l'élimination des droits, celle-ci, si elle était brusquement réalisée, ferait grand tort à la branche de la micro-informatique. Pour lui donner l'occasion de se développer, nous avons préconisé de réduire les droits de

> l'ordre de 10 pour cent à 3,9 pour cent au cours d'une période de huit années. Le compromis auquel nous sommes parvenus avec le ministère des Finances est d'étaler cette réduction sur cinq ans seulement".

De nombreux participants n'étaient pas en faveur des droits de douane, estimant que l'Administration appréhende mal leurs effets sur la branche de la microélectronique et sur l'économie canadienne en général. Les firmes canadiennes doivent importer presque tout l'équipement informatique dont elles ont besoin; celles qui s'efforcent d'accroître la productivité nationale par l'utilisation ou la vente de dispositifs informatiques sont désavantagées par la perception de ces droits.

Certains ont estimé qu'en changeant la base d'évaluation du matériel informatique importé, l'Administration avait annulé l'effet de la réduction annuelle des droits de douane.

> "Beaucoup s'inquiètent de ce que l'Administration n'envisage pas les répercussions sérieuses de cette politique hors de la branche de la micro-informatique. Le champ d'action de cette dernière est international. Pour ceux qui accordent la primauté à l'accroissement de la productivité de l'industrie canadienne, cette perception de droits supplémentaires à la frontière est intolérable. Il faut les réduire radicalement pour améliorer la compétitivité de l'industrie canadienne, et développer les exportations de la branche de la micro-informatique. Mais l'Administration voit les choses autrement, et elle a même alourdi les charges. L'effet combiné de la récente modification de la base d'évaluation des droits de douane et de la perception de ces derniers accroît de 40 pour cent le coût des composants importés. Je ne comprends pas que l'État impose une telle surcharge à la collectivité".

La communication des données ne connaît pas de frontières. On peut les introduire par un terminal dans un réseau informatique international pour traitement à l'étranger. Quelques participants ont fait remarquer qu'il devient facile pour les multinationales d'implanter leurs installations informatiques dans le lieu du monde qui leur convient le mieux. De plus, la politique douanière du Canada favorise

le traitement des données canadiennes outre-frontières, car les droits de douane accroissent le coût de cette opération au Canada. Les sociétés de services informatiques établies au Canada et traitant des données étrangères installent leur centre de calcul hors du Canada pour les mêmes raisons:

> "Les progrès de la télématique permettent aux entreprises d'implanter leurs centres de calcul n'importe où au monde. En effet, elles devraient acquitter des frais supplémentaires atteignant 40 pour cent du coût de cet équipement pour l'installer au Canada. Certaines entreprises du secteur tertiaire, qui offrent avec succès leurs services à l'étranger, se demandent si elles ne devraient pas implanter leur nouveau centre informatique à Londres, à Hong Kong ou en Australie, étant donné que les droits de douane ne sont pas réduits au Canada. Le gouvernement devrait se rendre compte que ce n'est pas l'imposition de ces droits qui permettra de mettre sur pied une branche de l'informatique. La politique douanière du Canada, depuis tant d'années, n'a nullement favorisé la création d'entreprises de construction d'ordinateurs toutes fonctions ou de machines de traitement des textes".

Les consortiums d'exportation

C'est l'étroitesse du marché canadien pour les produits ouvrés qu'on blâme traditionnellement pour la faiblesse du secteur de fabrication. Il ne peut produire de longues séries d'articles finis pour consommation intérieure et, par conséquent, ne peut les vendre à un prix concurrentiel ni, a posteriori, les exporter avec succès. En effet, le marché intérieur ne permet pas au fabricant de faire les économies de dimension qui lui permettraient de rivaliser avec les entreprises multinationales.

Certains intervenants ont contesté ce diagnostic et croient que les débouchés croissants pour les produits micro-informatiques offrent des occasions de développement à l'industrie canadienne. De nombreux participants ont souligné qu'elles justifiaient la création d'un consortium d'exportation de produits électroniques:

> "En général, seul l'accès aux marchés mondiaux ouvre des possibilités de grande expansion aux firmes de cette branche, à cause de l'étroitesse du marché canadien. La meilleure façon d'y

pénétrer est d'offrir un produit particulier, auquel une multinationale ne peut s'intéresser. La branche dynamique de la microélectronique pourrait ainsi occuper bien des créneaux commerciaux. La production d'un article en série d'un million par an ne pourrait probablement pas être réalisée de façon concurrentielle au Canada, particulièrement si les concurrents étrangers disposent d'un long délai pour la mise au point de leur chaîne de production. Par contre, s'il en faut de dix à cinquante mille, si les délais sont courts et la technologie en évolution rapide, les entreprises canadiennes peuvent profiter de l'occasion en agissant plus rapidement que leurs rivales étrangères, en tenant compte des desiderata des consommateurs, et en faisant preuve de flexibilité.

L'évolution rapide des besoins en ce domaine avantage les entreprises canadiennes aux dépens des multinationales, car les premières sont plus efficaces, et ont d'ailleurs déjà remporté quelques succès dans l'exportation d'articles électroniques. En général, l'exportation nécessite des compétences et des capacités de commercialisation. De nombreuses entreprises établies au Canada et en mains canadiennes, et qui s'occupent d'exportation, rencontrent les mêmes problèmes et font les mêmes erreurs. L'économie du pays en subit les conséquences. Le gouvernement a étudié cette question, mais je crois qu'il faudrait créer un consortium d'exportation des produits électroniques. Il ne faut pas disperser les efforts si l'on veut prospérer dans ce secteur de production de plus en plus international".

Contrairement à la plupart des branches de l'électronique canadienne, celle de la fabrication du matériel de télécommunications exporte activement sa production. Pourtant, certains participants ont souligné leurs grandes difficultés à commercialiser leurs produits à l'échelle mondiale, à cause de l'existence de monopoles privés ou d'État des services de télécommunications. Certaines entreprises canadiennes connues mondialement pour leurs commutateurs électroniques ont pu pénétrer dans quelques marchés étrangers protégés en vendant soit l'équipement soit les licences de fabrication de ces dispositifs.

Certains participants ont souligné les entraves techniques qui empêchent l'accès à bien des marchés étrangers:

"Sans doute y a-t-il tendance générale vers la réduction des droits de douane, ce qui est positif. Cependant, ce ne sont pas les tarifs douaniers qui empêchent la pénétration d'un marché, et

> je voudrais citer l'exemple du marché japonais. Dans ce pays, la protection du marché national par des entraves techniques a permis le développement de nombreuses branches industrielles, notamment celles de l'électronique et de l'automobile. D'autres pays adoptent cette méthode et elle a probablement permis aux pays industrialisés de protéger leur marché d'équipements de télécommunications. Il faut savoir que la réduction des tarifs douaniers n'ouvre pas nécessairement ces marchés".

Le marché de la robotique

Il est urgent de développer le potentiel canadien de fabrication des robots industriels. L'automatisation des usines grâce à la robotique a une incidence croissante sur l'économie mondiale. Les participants ont estimé que le Canada devrait s'intéresser davantage à la fabrication des robots et ont déploré l'inaction des autorités publiques face à ces progrès de l'automatisation de la production.

L'industrie étatsunienne constitue le plus grand marché mondial pour les robots, dont le Japon est le principal fournisseur étranger. Les participants ont estimé que le Canada pourrait aisément faire mieux que celui-ci en occupant certains créneaux de ce marché étatsunien des robots en croissance rapide et, par conséquent, conquérir une part du marché mondial.

Le soutien des sphères politique et économique permettrait à la branche de la microélectronique d'utiliser son potentiel technique de pointe, reconnu mondialement, pour y parvenir. Sinon, cette branche ne pourrait pénétrer dans le marché des É.-U.:

> "Beaucoup croient à la nécessité de déterminer quels sont les domaines où la branche canadienne de la microélectronique dispose d'atouts sérieux. C'est pourquoi le potentiel des firmes d'équipements de télécommunications est souvent débattu. Je ne sais rien de précis à ce sujet, mais je crois aux excellentes possibilités de ce marché que chacun désire occuper. Chaque pays industrialisé d'Occident s'efforce de faire autant que le voisin, et il n'est pas une application qui ne l'intéresse pas, de sorte que notre branche des télécommunications devra affronter la concurrence de ses rivales étrangères. Mais elle dispose d'avantages particuliers pour capturer une partie du marché étatsunien. Voyons comment les Japonais y ont réussi avec des produits de

pointe: appareils photographiques, télécouleurs, puis automobiles et maintenant ordinateurs.

Où se déroulera leur prochaine offensive? Dans la robotique industrielle. Mais leur principal marché se trouve aux É.-U., ce qui est intéressant pour le Canada. Car il dispose d'atouts sérieux face au Japon: utilisation de la même langue, même culture, et proximité des États du Nord-est où se trouvent tant d'industries de fabrication. Notre branche de la robotique sera même mieux placée que celle de Californie pour conquérir ces débouchés. Nos ingénieurs sont aussi capables que ceux des autres pays industrialisés en matière de conception et de fabrication de robots industriels. Les contraintes imposées à cette branche canadienne proviennent de facteurs particuliers au pays: droits de douane élevés et absence de marché intérieur suffisant. Mais on peut y remédier à force de volonté".

Un intervenant a prédit que le gouvernement canadien ne pourrait ou ne voudrait pas mettre sur pied de "programme de soutien total" équivalant au soutien "politico-commercial" que le gouvernement nippon fournit à sa branche de la robotique. Pour que la branche canadienne puisse rivaliser avec ses concurrentes étrangères, il faut que le gouvernement mette en oeuvre un tel plan.

Les participants soulignent l'importance de l'effort de recherche des universités, des centres de spécialisation, de l'industrie, et des initiatives du ministère fédéral de l'Industrie et du Commerce, par le truchement, en particulier, de son Conseil pour l'avancement de la technologie "CAD/CAM" [Cafo]. Cependant, ils sont convenus de la nécessité d'articuler les diverses initiatives dans le cadre d'un seul plan d'action:

"Je pense qu'il faut féliciter le gouvernement pour ses nombreuses initiatives. Cependant, je crois qu'il ne se rendra pas compte du genre d'action nécessaire en ce domaine, et croira qu'un quelconque programme de recherche fera l'affaire. Mais ce n'est justement pas la bonne façon de procéder. Le Globe and Mail de ce matin publie un article indiquant que les ventes de robots japonais augmenteront de 30 pour cent cette année. Le graphique inclus montre un décuplement de l'utilisation des robots industriels entre 1978 et 1985. Mais pourquoi l'industrie japonaise remporte-t-elle tant de succès dans ce domaine? Simplement parce que les dirigeants du pays ont compris l'importance stratégique

et économique de la robotique et qu'ils se sont dit: "Allons-y. Adoptons un programme de soutien global". Ce qu'ils font pour les robots, ils l'ont fait pour cinq branches industrielles différentes dans les vingt dernières années: ils ont concerté les actions des intéressés. Voilà la concurrence à laquelle notre industrie doit faire face: la capacité d'articuler sur le plan national les investissements, l'effort de R & D et celui de commercialisation. L'entreprise individuelle ne peut consacrer des fonds à la R & D sans avoir un plan de commercialisation. Il faut que le gouvernement adopte un tel plan et le soutienne politiquement; il doit comprendre que la branche de l'électronique fait face à l'action de gouvernements étrangers".

La politique d'achats du secteur public

La plupart des participants ont estimé que l'Administration utilisait insuffisamment l'outil des marchés publics pour le développement du secteur de pointe. Il existe une contradiction entre les objectifs choisis par le gouvernement et son incapacité à utiliser son pouvoir d'achat pour les atteindre. Un intervenant a indiqué que la validité de la politique officielle d'action sur les consommateurs du secteur privé se fonde sur la gestion effective des marchés publics:

"La façon d'orienter les achats des Canadiens vers les produits du pays apparaît clairement à l'analyse du marché; celui-ci se compose de trois éléments: la masse des consommateurs, l'industrie et le commerce, et enfin le secteur public. Comme nous l'avons déjà dit, le marché de consommation canadien est trop petit et il est approvisionné par le Japon et les États-Unis. Nous ne tiendrons pas compte des possibilités de ce marché pour certains de nos produits particuliers. Le marché du secteur public canadien est très important, car il absorbe de 30 à 40 pour cent du PNB. Et pourtant, malgré cette envergure et la concurrence des branches étrangères de l'électronique soutenues par leurs gouvernements, celui du Canada n'a pas vraiment utilisé son pouvoir d'achat pour stimuler la branche canadienne de l'électronique. Le marché industriel et commercial est de grande envergure, et son approvisionnement dépend des décisions des chefs d'industrie. On remarque avec intérêt que la plupart des fabricants représentés ici fournissent ce marché plutôt que celui de consommation. Donc, en matière de marché industriel et commercial, nous nous demandons comment influencer les responsables. Mais ces industriels ont parfaitement le droit de dire au gouvernement: 'si vous n'utilisez pas les marchés publics pour nous encourager, n'élaborez pas de politique destinée à influencer nos achats' ".

Proposition d'une loi favorisant l'achat préférentiel au pays

Les participants ont formulé de nombreuses objections à l'adoption d'une législation favorisant l'achat préférentiel de produits canadiens. Il n'est, en effet, pas commode de définir ce qu'est un produit "canadien", à cause de l'apport des multinationales à l'économie du pays. Certains n'étaient pas d'accord à cause des répercussions éventuelles d'une réglementation préférentielle dans le cadre d'un marché mondial, libre et compétitif des produits électroniques. Un intervenant a exprimé la crainte de perdre son principal débouché aux États-Unis à cause des contre-mesures éventuelles du gouvernement étatsunien. Il a estimé que les partisans d'une réglementation d'achat préférentiel étaient mal informés ou qu'ils avaient une vue bien courte en matière d'exportations futures.

D'autres ont déclaré que l'orientation préférentielle des achats du secteur public vers les produits canadiens allait à l'encontre des négociations du GATT visant à limiter celle-ci:

> "Dans le cadre du GATT, les pays signataires se sont mis d'accord sur la politique d'achat préférentiel du secteur public. L'utilisation de celle-ci est limitée, au moins en partie. J'interprète cette disposition comme anti-discriminatoire: elle est équitable, car il y a eu des arbitrages".

Cependant, un intervenant qui avait souffert de discrimination officieuse aux États-Unis a mis en doute l'efficacité d'une entente internationale contre les achats préférentiels, car les gouvernements qui essaient de développer l'industrie de leur pays en esquivent les stipulations. D'autre part, comme bien d'autres participants, il a fait remarquer que le gouvernement des É.-U. disposait déjà d'une loi d'achat préférentiel au pays.

De nombreux participants ont estimé qu'il était simpliste de croire à l'argument de liberté du marché. Le Canada a joué pendant trop longtemps le rôle de Saint-Donnant des échanges internationaux,

parce que son gouvernement n'avait pas réagi aux contraintes limitant l'accès de certains marchés outre-frontières:

> "Je ne vois pas pourquoi on s'opposerait énergiquement à une politique d'achat préférentiel au Canada sous prétexte qu'on exporte aux États-Unis. Ceux-ci ont bien une loi d'achat préférentiel de produits étatsuniens! Même en exceptant cet obstacle juridique, dans bien des cas l'entreprise canadienne ne peut présenter de soumission pour la réalisation d'un travail aux États-Unis, alors que les entreprises des É.-U.peuvent le faire au Canada et obtenir les contrats. Il faut redresser la situation. Si c'est la peur de représailles qui conduit à refuser une politique d'achats préférentiels au Canada, il s'agit d'une mauvaise raison. Dans le commerce international, on n'agit pas en gentleman".

La majorité des grandes firmes d'électronique implantées au Canada sont en mains étrangères. C'est pourquoi la définition d'un produit "canadien" pourrait poser de graves problèmes. De nombreux produits des multinationales ne sont pas fabriqués au Canada, souvent pour des raisons économiques. Et la stipulation d'un contenu canadien dans le produit pourrait donc entraîner une discrimination, non à cause du comportement de l'entreprise, mais en raison de son appartenance étrangère:

> "J'ai toujours été contre les tentatives antérieures de définition du produit canadien et, aujourd'hui, je ne crois pas que l'appartenance de l'entreprise soit un critère valable. Je vais vous l'expliquer en quelques mots. Nous avons parlé auparavant de la rationalisation de l'activité des multinationales. Pour rendre à César ce qui lui est dû, c'est au ministère de l'Industrie et du Commerce qu'il faut attribuer l'initiative de la mise en place des conditions favorables à une telle rationalisation. Et maintenant notre entreprise a rationalisé sa production; elle emploie 3 000 travailleurs canadiens, et pas un seul cadre de gestion n'est étranger; elle ne vire aucun bénéfice hors du pays. Et, cependant, l'application de la stipulation de contenu "canadien" à certains de ses produits la pénalise, parce que cette rationalisation a entraîné leur fabrication hors du Canada. Alors, si notre entreprise n'est pas "canadienne", de nombreuses industries du pays, qui ont le sens des responsabilités sociales, seraient injustement défavorisées par une loi d'achat préférentiel au Canada".

Certains intervenants ont estimé qu'il n'était pas possible de surmonter les difficultés d'une définition précise du produit canadien, et que la loi exercerait inévitablement une discrimination en fonction de l'appartenance des entreprises, sans tenir compte des effets de la rationalisation de leurs activités. Il paraît impossible de réglementer des échanges d'une ampleur aussi grande. Cependant, un participant a fait remarquer que la réglementation en vigueur aux É.-U. parvenait à définir clairement le produit du pays:

> "Je suis absolument contre l'érection de barrières aux échanges, mais je rappellerai aux intéressés que les États-Unis disposent d'une législation explicite d'achat préférentiel au pays. Ses stipulations font actuellement beaucoup de tort aux entreprises canadiennes. Par exemple, selon la loi, toutes les entreprises de transport des passagers des États-Unis doivent effectuer leurs achats d'équipement valant plus de 500 000 $ auprès d'une entreprise étatsunienne, telle que définie par la loi d'achat préférentiel au pays. Celle-ci précise effectivement ce qu'est un produit 'américain'. Il suffit de copier cette définition en l'appliquant aux produits canadiens, si elle nous convient".

Négociation ou réglementation visant à accroître la valeur ajoutée au Canada

Les participants ont également débattu les utilisations plus classiques du pouvoir d'achat du secteur public en vue de favoriser la croissance de la branche canadienne de l'électronique. Il arrive souvent que l'Administration doive comparer les répercussions industrielles de diverses soumissions d'entreprises en mains étrangères. La nature et l'importance du contrat accordé à la multinationale arrivent à justifier économiquement à ses yeux la réalisation d'un programme de rationalisation. On a souligné que l'Administration devrait utiliser la négociation pour obtenir des avantages supplémentaires. Si elle utilise la stipulation d'un contenu canadien, celle-ci doit être assez souple pour tenir compte équitablement de l'ampleur des investissements nécessaires:

> "Je pense que toute administration, fédérale, provinciale ou municipale, devrait utiliser son pouvoir d'achat à son avantage,

quand le contrat envisagé est suffisamment important. Elle devrait souligner que l'ampleur de la valeur ajoutée au Canada servirait de critère pour l'évaluation des soumissions. Notre entreprise a négocié de cette façon avec l'Administration, et elle a accepté certaines demandes, car le contrat était d'envergure assez grande et la production suffisamment distincte pour justifier la création d'une usine spécialisée. Comment une loi d'achat préférentiel au Canada, précisant le contenu canadien des produits, par exemple, pourrait-elle tenir compte de la rentabilité de différents programmes de rationalisation pour différents produits? Il faudrait qu'elle soit administrée de façon très judicieuse, sinon, elle pourrait priver l'Administration de l'apport des techniques nouvelles".

Utilisation du pouvoir d'achat du secteur public pour favoriser l'innovation au Canada

La plupart des participants ont préconisé l'adoption de nouvelles méthodes d'attribution des marchés publics. A l'ère de l'innovation, il faut utiliser le pouvoir d'achat du secteur public en sa faveur, plutôt que pour répandre au Canada des techniques étrangères. En demandant à l'industrie privée de mettre au point des innovations pour le secteur public, l'Administration n'a pas à se préoccuper de l'exiguïté relative de ce marché car, dans bien des cas, il n'existe encore aucun marché à l'étranger:

"Une législation d'achat préférentiel au Canada ne constituerait pas une réglementation à courte vue si le secteur public ouvrait son marché aux innovations de l'industrie. Il est indispensable que les dirigeants de l'Administration se rendent compte de cette nécessité. Celle-là demande à l'industrie d'innover, et lui offre des programmes d'incitation, par exemple. Il serait bien plus logique d'offrir des débouchés pour les produits et services innovateurs qu'elle demande à l'industrie de créer. La diversité des besoins du secteur public offre d'excellentes possibilités d'innovation. Je préconise une orientation préférentielle des marchés publics vers l'industrie canadienne. Et, selon moi, une entreprise est 'canadienne' dès que le savoir-faire et les cadres techniques sont d'origine canadienne, et que les produits et les services ont été mis au point au Canada. Si le gouvernement faisait cet effort, l'industrie canadienne exporterait ses produits et services innovateurs en damant le pion à ses rivales étrangères. Cependant, cet effort ne réussirait que si l'industrie mettait au point des technologies toutes nouvelles, ou encore expérimentales".

La productivité du secteur public

Les participants ont souligné qu'en améliorant considérablement les méthodes d'attribution des marchés publics, on rehausserait la qualité et on réduirait les coûts des services de l'État. Ils ont demandé aux autorités publiques de rechercher des méthodes novatrives pour améliorer le fonctionnement de ceux-ci:

> "La branche de la microélectronique est sans pareille sur le plan des avantages qu'elle peut offrir au pays. Nous parlons toujours des effets désastreux de la dette publique sur l'économie. Or, il serait possible d'améliorer le fonctionnement des services de l'État grâce à certaines innovations techniques, basées sur la microélectronique. Les dispositifs micro-informatiques peuvent être conçus de manière à améliorer l'efficacité et la qualité de ces services dans tout le secteur public, permettant ainsi à l'État de rétablir un équilibre raisonnable entre les dépenses publiques et privées. Il faudrait simplement que l'Administration invite les entreprises à proposer des améliorations dans certains domaines vastes et dispendieux, tels la défense nationale, les transports, la santé, l'enseignement et, bien entendu, le travail administratif. L'Administration disposerait en conséquence de nombreuses possibilités d'améliorer ses services, à des coûts réduits, et d'aider au développement de la branche de la microélectronique".

Des garanties de l'État pour les produits canadiens

La "fidélité à la marque" constitue un obstacle majeur au développement des fournitures de technologie canadienne au secteur privé. Les multinationales peuvent fournir les constituants nécessaires aux fabricants du Canada sans être soumises aux contraintes coûts/efficacité d'un fournisseur canadien. Pour remédier à ces désavantages, l'État pourrait fournir sa garantie aux fournisseurs canadiens qui sont concurrentiels sur les plans de la technique et du coût:

> "Il faudra d'abord résoudre un problème de publicité avant de décider les industries canadiennes à adopter des innovations mises au point au pays. C'est un peu comme s'il s'agissait de vendre des hamburgers. Dans l'hypothèse où les hamburgers de Harvey's seraient meilleurs que ceux de McDonald's, ils ne seraient pas nécessairement préférés par les clients. Mais McDonald's a accompli de gigantesques efforts promotionnels, a ancré son "image" dans l'esprit des clients, et l'a renforcée à force de

publicité. Dans le cas d'une multinationale fabriquant des ordinateurs, ses exportations au Canada résultent peut-être, non de la qualité intrinsèque de ses produits, mais plutôt de l'image de réussite qu'elle a communiquée aux clients canadiens et des longues années d'exportation vers notre pays. Le fabricant canadien d'un produit supérieur pourrait ainsi surmonter la résistance de clients qui considère celui-ci comme aléatoire. Si le ministère de l'Industrie et du Commerce, par exemple, pouvait mettre en oeuvre un programme de garantie de l'État pour les produits canadiens qui ont fait leurs preuves, les préventions des clients potentiels seraient peut-être apaisées. Les fabricants de produits canadiens de qualité devraient avoir autant de chances que leurs concurrents".

Un effet d'entraînement

Les participants ont largement soutenu l'idée de promouvoir le développement de la branche de la microélectronique à l'aide de programmes d'incitation financière contrebalançant le supplément de coût d'un large approvisionnement du secteur privé en produits canadiens. On pourrait baser la formule de remboursement sur le chiffre d'affaires non réalisé par suite d'un approvisionnement effectué à l'étranger:

"Le ministère des Approvisionnements et Services a mis au point une formule d'évaluation de la valeur canadienne ajoutée vraiment unique en son genre. Dans le cas des marchés importants, cette formule fournit des critères très précis pour le choix du fournisseur éventuel. Elle tient compte de la R & D qui sera effectuée au Canada pour commercialiser le produit, et de la proportion des éléments de fabrications canadienne et étrangère. Dans le cas des fournisseurs étrangers, la formule tient compte de l'impossibilité de fabriquer rentablement bien des matériels au Canada. Il ne s'agit donc pas d'un simple bilan financier, car la formule tient compte de bien d'autres considérations. Il me semble qu'on devrait l'utiliser plus largement, même dans le secteur privé, pour déterminer s'il est valable, pour la collectivité, de contrebalancer le supplément de coût d'un approvisionnement auprès d'un fournisseur canadien.

Depuis peu on observe une telle tendance. Les services consultatifs en gestion du MAS ont effectué une étude pour le ministère des Communications, afin de déterminer la charge économique moyenne de l'achat d'un produit fabriqué à l'étranger. Ils ont conclu que, toutes choses étant égales par ailleurs, l'achat d'un produit étranger revient, pour l'économie, à 76 pour cent plus cher que l'achat d'un produit canadien. L'effet multiplicateur des achats au Canada permet d'acquérir 76 pour cent de produits

canadiens en plus, sans compter l'économie réalisée en allocations d'assurance-chômage ou en profits réalisés à l'étranger. Les fonds restent au Canada.

On peut critiquer la précision de ces calculs, qui ont cependant permis d'annoncer, en avril 1979, la création d'un Fonds pour l'approvisionnement au Canada, qui s'efforcera de combler la différence entre le coût du produit conçu et fabriqué au Canada et celui du produit étranger. Le Fonds pourrait s'intéresser aux achats effectués par le secteur privé auprès d'entreprises canadiennes".

Tout au long de l'Atelier, les participants ont comparé la stratégie concertée du Japon et la stratégie parcellaire du Canada. Un des partisans d'une stratégie nationale possible en a tracé les grands traits:

"Je ne suis pas d'accord avec ceux qui préconisent une politique d'achat préférentiel au Canada n'exigeant pas que le produit canadien soit techniquement compétitif. Les Japonais ont pour principe de ne pas importer de produits qu'ils fabriquent, quel qu'en soit le prix. Ils n'importent que les produits nécessaires qu'ils ne fabriquent pas. C'est exactement ce que nous devrions faire. Je suis sûr que les premiers appareils photographiques fabriqués au Japon n'étaient pas bons. Comme pour tant de produits nippons, les gens avaient l'habitude de dire: "c'est fait au Japon", comme si c'était la source des difficultés. Mais on ne le dit plus. Les Japonais ont suivi le processus d'acquisition du savoir-faire, et il faut que les Canadiens fassent de même pour jeter les fondements de leur avenir. Ils devront accepter le risque d'un plus large effort de développement technique des produits au Canada. Dans notre entreprise, c'est ce que nous faisons chaque jour pour qu'elle prospère. Nous pourrions acheter ailleurs ces produits, à un coût moindre. Ces risques, nous les acceptons, en pensant aux retombées non quantifiables. Après quelque temps, celles-ci produisent des avantages bien supérieurs aux sommes dépensées pour le développement. N'économisons donc pas des bouts de chandelle dans l'expansion de l'industrie canadienne, car nous perdrions infiniment plus".

VI CONCLUSIONS

Les progrès de la microélectronique ont bouleversé la substance et les perspectives de la branche électronique de l'industrie canadienne, et leurs répercusions seront ressenties partout dans l'appareil économique et l'édifice social du Canada.

Il y a une dizaine d'années, les dispositifs électroniques étaient présents dans les foyers sous forme de téléviseurs, chaînes stéréophoniques, magnétophones, etc., et dans les affaires sous celles d'ordinateurs des services de comptabilité, de commercialisation d'opérations bancaires, et d'unités informatiques pour la mémorisation et la saisie des données.

Actuellement, on utilise les circuits microélectroniques en robotique industrielle, pour la conception et la fabrication assistées par ordinateur (Cfao), et en bureautique, pour la construction des machines de traitement des textes et des mini et micro-ordinateurs; on les utilise aussi pour le traitement de grands volumes de données dans les unités informatiques hospitalières et juridiques, les unités de régulation de la circulation, les bibliothèques et les services de diffusion de l'information; les appareils électroménagers, les appareils électroniques d'agrément et les ordinateurs de foyer en sont également équipés.

De nombreuses remarques des participants à l'Atelier s'appliquent à d'autres branches de l'industrie canadienne de fabrication, et

certaines de leurs propositions de soutien par l'État sont contradictoires ou impossibles à mettre en oeuvre. Le Compte rendu des débats illustre cependant les multiples possibilités offertes par la microélectronique et le rôle qu'elle peut jouer dans l'économie du pays.

Il est nécessaire que les secteurs industriel, public et universitaire se concertent pour promouvoir le développement de la branche canadienne de la microélectronique afin qu'elle puisse rivaliser avec celles des autres pays, et que le Canada tire avantage de cette mutation industrielle.

C'est dans les universités que doit commencer cette coopération. Elles ne peuvent, à l'heure actuelle, fournir à l'industrie les nombreux spécialistes dont celle-ci a besoin. Pour remédier à cette carence, les participants à l'Atelier ont proposé: de modifier la structure des facultés d'ingénierie et des sciences informatiques, afin qu'elles puissent former les étudiants en matière d'ordinatique et de programmation; de multiplier les programmes de cours et stages industriels alternés comme le fait l'Université de Waterloo, afin de donner aux étudiants une formation théorique et pratique; d'accroître les crédits budgétaires aux universités pour la création de centres de spécialisation (ou d'excellence) s'occupant de recherches; d'améliorer la formation en gestion des futurs innovateurs et capitaines d'industrie; et de multiplier les échanges de personnel entre l'université et l'industrie.

Cette coopération devra se développer au sein de l'industrie elle-même. Les participants ont examiné l'orientation à donner à la branche de fabrication des microcircuits et les avantages et inconvénients des microcircuits toutes fins et hors série. Il semble que la plupart des participants croient qu'en raison de l'étroitesse du marché canadien, il serait plus avantageux à long terme de promouvoir la fabrication de microcircuits sur commande. Cependant, certains ont fait remarquer qu'il existe une pénurie mondiale de microcircuits toutes fins et que le Canada devrait prendre rapidement des mesures

pour devenir moins dépendant des fournisseurs étrangers. Le concept d'autosuffisance s'applique autant à la branche de la microélectronique qu'à celle du pétrole.

Les multinationales étrangères ont toujours occupé une position prédominante dans l'industrie canadienne, et elles effectuent habituellement la plupart de leur R-D dans le pays du siège social. Il en résulte que le pourcentage du PNB canadien consacré à l'effort de R-D au Canada est l'un des plus faibles parmi les pays industrialisés. Certains intervenants ont indiqué qu'il faudrait encourager les multinationales de la microélectronique à effectuer un plus grand effort de R-D au Canada, en vue de développer le potentiel technique local et d'accroître les possibilités d'exportation. On pourrait y parvenir par le biais d'incitations fiscales et d'une modification des droits de douane.

La mainmise étrangère gêne également l'intégration verticale dans la branche de la microélectronique, car les entreprises en mains étrangères s'approvisionnent en microcircuits, matériel informatique et logiciel auprès de leur société mère ou d'une autre de ses filiales. Les participants ont étudié les modifications structurales qui y encourageraient l'intégration verticale des entreprises canadiennes. Il faudrait trouver comment supprimer les obstacles.

La branche canadienne de la microélectronique affronte d'autres opposants que ses rivales étrangères. Au Japon et dans bien des pays européens, les gouvernements soutiennent vigoureusement leur branche de la microélectronique, et s'opposent ainsi aux entreprises canadiennes individuelles. Pour qu'elles se développent collectivement, il faudrait que le gouvernement canadien assume un rôle tout aussi actif. Les faibles efforts qu'il a accomplis jusqu'à présent sont bien insuffisants par comparaison aux milliards de dollars que les pays étrangers consacrent au développement de leur branche de la microélectronique.

En résumé, les participants à l'Atelier ont proposé: un plus large soutien de l'État au développement du potentiel canadien de fabrication des microcircuits hors série; l'expansion du potentiel technique en robotique industrielle, laquelle est en forte expansion; la mise sur pied d'un programme d'incitation fiscale à la R-D et au démarrage des entreprises de pointe; l'octroi de crédits aux universités pour qu'elles effectuent plus de recherche industrielle; une révision de la législation de l'immigration, pour permettre aux ouvriers qualifiés étrangers de travailler dans l'industrie canadienne; des modifications au tarif douanier et au mode d'attribution des marchés publics, afin que les entreprises canadiennes approvisionnent plus largement les organismes de l'État; et l'adoption d'une législation d'achat préférentiel au Canada, semblable à celle qui est en vigueur aux États-Unis.

Les débats de l'Atelier ont mis en relief les possibilités énormes de la technologie microélectronique, et nous espérons que ce Compte rendu encouragera l'examen des répercussions de cette technologie sur la collectivité canadienne, ainsi que des mesures à prendre pour assurer l'avenir de l'industrie de notre pays.

Liste des participants

M. Dick Ball,
Vice-président et directeur général,
Information Systems Division,
Honeywell,
Don Mills, Ont.

M. John Beadle,
Section des ordinateurs et de la microélectronique,
Direction de l'électricité et de l'électronique,
Industrie et Commerce Canada,
Ottawa, Ont.

M. Art Benjamin,
Président,
Art Benjamin Associates,
Don Mills, Ont.

M. Pierre Bernier,
Division du développement économique,
Ministère des Communications,
Ottawa, Ont.

M. Michael Cowpland,
Président,
Mitel Corporation,
Kanata, Ont.

M. D.J. Doyle,
Président,
Digital Equipment of Canada,
Ottawa, Ont.

M. K.S. Hoyle,
Vice-président adjoint,
Planification à long terme,
Bell Canada,
Hull, Qué.

M. Gordon D. Hutchison,
Président,
Evert Communications Ltd.,
Ottawa, Ont.

M. William Hutchinson,
William Hutchinson & Co. Ltd.,
Willowdale, Ont.

M. R. Ide,
(Président du Comité de la télématique),
Scarborough, Ont.

M. J. Kates,
Josef Kates Associates Inc.,
Toronto, Ont.

M. John Lockyer,
Vice-président,
Technology and Research,
Spar Aerospace,
Toronto, Ont.

M. Grant Murray,
Vice-président au contentieux,
IBM Canada Ltd.,
Don Mills, Ont.

M. Norm Ostiguy,
Directeur à la commercialisation,
CNCP Télécommunications,
Montréal, Qué.

M. Colin Patterson,
Président,
Gandalf Data Communications,
Ottawa, Ont.

M. John Pollock,
Président,
Electrohome Corporation,
Waterloo, Ont.

M. Peter Robinson,
Conseiller en aspects internationaux de la télématique,
Ministère des Communications,
Ottawa, Ont.

M. Jack Scrimgeour,
Consultant,
Direction de la technologie,
Industrie et Commerce Canada,
Ottawa, Ont.

M. Stanbee,
Northern Telecom Ltd.,
Toronto, Ont.

Mad. Radmilla Swan,
Directrice de projet,
Section industrielle,
Ministère d'État aux Sciences
et à la Technologie,
Ottawa, Ont.

M. Richard Taylor,
Président,
Datacrown Inc.,
Willowdale, Ont.

M. Marcelli Wein,
Directeur de l'infographie,
Division d'études
informatiques,
Conseil national de recherches
du Canada,
Ottawa, Ont.

Comité de la télématique auprès du Conseil des sciences du Canada

Président du Comité

M. T.R. Ide,
Information and Communications Technology,
Scarborough, Ont.

Membres

M. D.A. Chisholm,
Président à l'innovation et au développement,
Northern Telecom Limited,
Mississauga, Ont.

M. J. Kates.
Josef Kates Associates Inc.,
Toronto, Ont.

M. le professeur Tom McPhail,
École de journalisme,
Université Carleton,
Ottawa, Ont.

M. le professeur James R. Taylor,
Département des télécommunications,
Université de Montréal,
Montréal, Qué.

Mme M.D. Vogel-Sprott,
Professeur,
Département de psychologie,
Université de Waterloo,
Waterloo, Ont.

Mme B.T. Wigdor,
Programme de gérontologie,
Université de Toronto,
Toronto, Ont.

Observateurs

M. le professeur Eric Manning,
Département d'ordinatique et d'électrotechnique,
Université de Waterloo,
Waterloo, Ont.

M. D.F. Parkhill,
Sous-ministre adjoint à la recherche,
Ministère des Communications,
Ottawa, Ont.

Cadres du Conseil des sciences

MM. A.J. Cordell, chargé du programme
le Dr C. Fortier, président du Conseil
J.M. Gilmour, directeur de la recherche
M. L'Abbé, directeur général
L. Millin, secrétaire du Conseil
R. Micomonaco, adjoint de recherche (à partir d'avril 1980)
C. Bossio, adjoint de recherche (à partir de septembre 1980)
Mad. J. Stinson, adjointe de recherche (jusqu'en mars 1980)
Mad. M. Kurchak, organisatrice de l'Atelier